No 3 / 1982

Canada Agriculture

Potato wart disease—page 4

La gale verruqueuse de la pomme de terre—page 4

AGRICULTURE CANADA
CODE 03/05/83 NO.

LIBRARY/BIBLIOTHEQUE OTTAWA K1A OC5

Canada Agriculture

Volume 27 1982 No 3

CANADA AGRICULTURE is published quarterly to inform extension works and agribusinessmen of developments in research and other federal agricultural responsibilities.

Any article may be reproduced without special permission provided the source is given credit. If excerpts only are to be used, authors' permission should be obtained.

Reprinted articles must not be associated with advertising material. The use of trade names published in this journal implies no endorsement of the products named nor any criticism of similar products not mentioned.

Contributors may submit articles in either English or French to the Secretary, Editorial Board, Communications Branch, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.

CANADA AGRICULTURE est une revue trimestrielle qui renseigne les vulgarisateurs et représentants du négoce agricole sur les développements de la recherche et des autres services agricoles du gouvernement fédéral.

La reproduction des articles est permise en indiquant l'origine. Pour reproduire des passages, l'autorisation de l'auteur est nécessaire.

Les articles reproduits ne doivent pas servir à des fins de réclame. La mention de marques de fabrique ne signifie pas que la revue garantit ces produits ni qu'elle déconseille d'autres produits non mentionnés.

Les articles en anglais ou en français doivent être adressés au secrétaire du Comité de rédaction, La Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.

Agriculture Canada

Hon. Eugene Whelan,
Minister / Ministre

J.P. Connell,
Deputy Minister / Sous-ministre

COMMENTARY / PAGE 3

FEATURES / PAGE 4

Investigations of potato wart disease / page 4

A pest management system / page 8

Drought risk and beef production / page 12

UPDATE / PAGE 18

Porcine stress and pork quality / page 18

A management program for the peach twig borer / page 21

Orchard nutrition in the Okanagan Valley / page 23

Earliness in sunflowers / page 27

Liming in the Peace River region / page 29

A new test for frost-hardiness / page 33

Establishing fertilizer recommendations for raspberries / page 36

Control of twig and blossom blight / page 39

Grasshopper control / page 42

Role of surfactants and additives / page 44

ECHOES / PAGE 47

PROFILE / PAGE 51

Cover Photo
Potato wart disease.

COMMENTAIRES / PAGE 3

ARTICLES DOCUMENTAIRES / PAGE 5

La gale verruqueuse de la pomme de terre / page 5

Lutte contre la chrysomèle du navet / page 9

Sécheresse et production de viande bovine / page 13

MISE À JOUR / PAGE 18

Stress chez le porc et qualité de la viande / page 18

Lutte contre la petite mineuse du pêcher / page 21

Nutrition des arbres fruitiers / page 23

La précocité du tournesol . . . et les Prairies / page 27

Chaulage dans la région de la Rivière-la-Paix / page 29

Céréales d'hiver . . . test de résistance au gel / page 33

Un plan de fumure pour les framboisiers / page 36

La pourriture sclérotique du bleuet / page 39

Vieille méthode de lutte contre les sauterelles / page 42

Des herbicides plus efficaces / page 44

ÉCHOS / PAGE 47

PROFIL / PAGE 51

Photo de la page couverture
La gale verruqueuse de la pomme de terre.

Published by Communications Branch / Publié par la Direction générale des communications / Agriculture Canada

COMMENTARY / COMMENTAIRES

World Food Day

World Food Day was established by the 147-member Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations to strengthen commitment to the elimination of hunger. It is commemorated every year on October 16, the anniversary of the founding of the FAO in Quebec City in 1945.

Hunger is worldwide. It affects the elderly and single-parent families in affluent countries as much as the urban and rural poor in the developing countries. FAO estimates that of the world's 4000 million people, one in eight is seriously malnourished. Yet the world is estimated to produce 10% more in supplies of dietary energy than is required for its population.

The problem of hunger is one of poverty. Food production will not increase without markets, without money to pay the farmer for his produce. Feeding the hungry is a matter of giving them access to food, to a reliable income to pay for it.

The purpose of World Food Day is to increase public understanding of the extent of world hunger and of what can be done to end it. It is an opportunity to promote informed public debate on the issue and on what roles both developed and developing nations should play.

The world needs to increase its food production 4% a year to keep up with its increasing population. So far, production has increased a bit less than 3% a year. But there are bright spots. India is now self-sufficient in cereals and the Philippines has stopped importing rice.

The world has the money, the resources, and the technology to feed its hungry millions. All it needs is the commitment. With that commitment will come FOOD FOR ALL.

Journée mondiale de l'alimentation

La Journée mondiale de l'alimentation, instituée par les 147 pays membres de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), vient renforcer les efforts en vue d'enrayer la faim dans le monde. On la célèbre le 16 octobre, jour anniversaire de la fondation de la FAO, à Québec en 1945.

La faim a une dimension planétaire. Elle touche personnes âgées et familles mono-parentales dans les pays riches et pauvres, citadins et ruraux, dans les pays en développement. D'après les estimations de la FAO, un huitième de la population mondiale souffre de grave malnutrition. Pourtant, on dit que le monde produit 10 % d'énergie alimentaire de plus que ses besoins.

Le problème de la faim tient à la pauvreté. La production alimentaire n'augmentera pas s'il n'y a pas suffisamment de marchés pour l'écouler ou si l'agriculteur est mal rétribué. Nourrir les affamés, c'est leur donner accès aux aliments et à un revenu fiable pour en acquitter le coût.

La Journée mondiale de l'alimentation vise à sensibiliser le grand public sur la faim dans le monde et sur les solutions pour l'éliminer. C'est l'occasion de tenir des débats publics éclairés sur la question et sur le rôle que devraient jouer les pays industrialisés et les nations en voie de développement.

Il faut que la production alimentaire s'accroisse de 4 % par année à l'échelle mondiale pour suivre le rythme de l'expansion démographique. Il existe ici et là des îlots prometteurs: l'Inde est maintenant autosuffisante en céréales et les Philippines ont cessé d'importer du riz.

Le monde dispose des ressources financières, humaines et techniques pour nourrir des millions d'affamés. Grâce à la mobilisation des efforts dans cette voie, il y aura de la NOURRITURE POUR TOUS.

Agriculture Minister Eugene Whelan opens recent World Food Day ceremonies in Ottawa.

Le ministre de l'Agriculture, Eugene Whelan, inaugurait récemment la Journée mondiale de l'alimentation, à Ottawa.

Mr. Claude Brouillard, 1982 World Food Day coordinator.

M. Claude Brouillard, coordinateur de la Journée mondiale de l'alimentation pour 1982.

Investigations of potato wart disease

M.C. Hampson

Investigations into potato wart disease under Newfoundland conditions at the St. John's West research station have revealed a most interesting and important feature of the disease.

Canada Agriculture readers will recall that in earlier articles on potato wart disease we drew attention to cyclic or periodic potato infection. During the season we had noticed infection peaks when we used almost year-round greenhouse infection tests.

While this seasonal phenomenon first came to light during these greenhouse tests, laboratory work on germination patterns of the causal fungus *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. indicated that the fungus itself waxed and waned in viability. The changes in viability in a fungus population were demonstrated by bursts of germination at 6-8 week intervals.

Following this observation we believed that since the potato in the field is susceptible at the sprout, stolon bud and new potato eye stages, the fungus could conceivably be conserving its energies by germinating around these susceptible stages of the host. As is well known, soil is a difficult environment for microorganisms, and much competition for space and nutrients occurs. When *S. endobioticum* germinates, the released zoospores must swim in this hostile environment and find the potato tissue to enter. The susceptible tissue appears to be restricted to new bud and sprout tissue only, making a small target area in a large soil volume.

We introduced the idea, therefore, that the fungus had a built-in timing mechanism which triggered its transition from a dormant to a germinable state at about the times that the host was developing susceptible tissue. It can be readily appreciated that this would be a feasible mechanism for the fungus to multiply its reproduction chances since *S. endobioticum* is an obligate parasite, and can only reproduce within its hosts' tissues. If we could give the fungus a point of view it might (from its point of view) more likely succeed if a large number of a population germinated sporadically, than if small numbers germinated continuously during the same period.

It is highly possible, however, that as the season progresses the soil temperatures rise and fall and in themselves influence infection. *S. endobioticum* is a cool-climate organism. Thus, infection decline may be correlated with heat accumulation in the soil. We therefore tried two strategies. In the first we planted inoculated tubers in a soil bench in which we progressively lowered the soil temperature by the month as spring gave way to summer and fall. Figure 1 shows that as we lowered the temperature the disease level increased, thus giving some proof to the idea that seasonal temperatures influence disease decline. However, it must be recalled that in the original observations (Canada Agriculture, Winter 1977) disease incidence rose and fell at different times of the year. Therefore, we next kept the soil temperature constant throughout the season. We chose 15°C, since it more closely reflected outside conditions. Data accumulated during harvests in August, September and October revealed both a decline in the disease and in overall plant productivity. The productivity drop was in the order of 1.0:0.7:0.4 for the 3 months. So although temperature change at first seemed to be a controlling factor in the disease, it would appear to be not so obvious, since change in plant metabolism with the season could also be a factor. We have as well already seen that soil moisture is a contributory factor.

We now return to the notion that cyclic changes in fungus metabolism could account for infection periodicity, including the isolated periods in which only a decline in infection appears. To test the idea that the fungus itself was the main contributor to periodicity, we did extensive tests in a growth room. The infected plants were isolated from the environment by supplying constant temperature and duration and quality of light. The inoculated plants also received standardized amounts of water and fertilizer on a cyclic schedule. The important difference between the growth room and the greenhouse work was in the manner of inoculation. In the greenhouse we inoculated each tuber

Recherches sur la gale verruqueuse de la pomme de terre

Michael C. Hampson

Nos travaux sur la gale verruqueuse de la pomme de terre dans les conditions de culture de Terre-Neuve, à la Station de recherches de Saint-Jean Ouest, ont mis en évidence ce que nous considérons être un des aspects les plus importants et les plus intéressants de la maladie.

Dans des articles précédemment publiés dans Canada Agriculture et traitant de la gale verruqueuse de la pomme de terre, nous avons attiré l'attention des lecteurs sur la nature cyclique et périodique des infections sur pommes de terre. Au cours de la saison des pics d'infection ont pu être observés grâce à des épreuves d'infection quasi continues réalisées en serre. Tandis que ce phénomène saisonnier apparaissait d'abord au cours d'essais en serre, des travaux en laboratoire sur le profil de germination de l'agent pathogène *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. faisaient ressortir les fluctuations de viabilité du champignon lui-même. Ces changements de viabilité dans une population du champignon se manifestaient par des flambées de germination à intervalles de 6 à 8 semaines.

De ces observations est venue l'idée que puisque les pommes de terre au champ sont sensibles à la gale aux stades du germe, du stolon et de la formation des yeux de la nouvelle pomme de terre, le champignon pourrait éventuellement conserver son énergie en germant durant ces périodes de sensibilité de l'hôte. Comme on le sait, le sol est un milieu très difficile pour les micro-organismes et il s'y produit une dure concurrence pour l'espace et pour la nourriture. Lors de la germination, les zoospores de *S. endobioticum* doivent nager dans cet environnement hostile et trouver des tissus de pomme de terre où ils peuvent entrer. Les seuls tissus sensibles étant semble-t-il ceux du stolon et du germe, ils ne constituent qu'une bien petite cible pour le volume de sol considéré.

Nous avons donc proposé l'hypothèse d'un mécanisme de temporisation incorporé grâce auquel le champignon déclencherait le passage de l'état de dormance à l'état germinatif, au moment où les tissus sensibles se développent sur l'hôte. On peut facilement concevoir que ce serait un mécanisme réalisable, permettant au champignon d'accroître ses possibilités de reproduction puisque *S. endobioticum* est un parasite obligatoire et ne peut se reproduire qu'à l'intérieur des tissus de son hôte. Si nous nous mettons «dans la peau» du champignon, il est possible que ses chances de succès soient meilleures si un nombre important d'organismes germent sporadiquement que si un nombre restreint d'organismes germent conti-

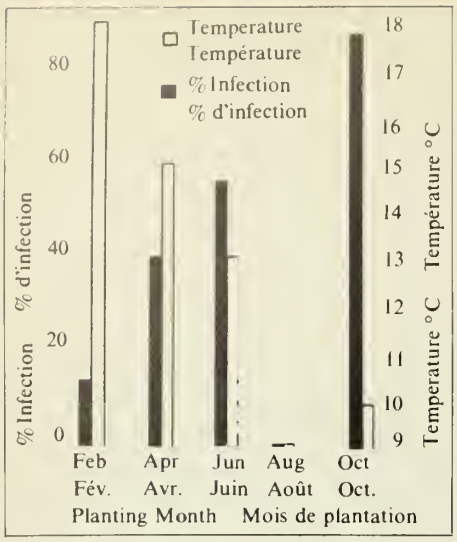


Figure 1. As the soil temperature was lowered, the successful infection rose. No planting was made in August.

Fig. 1. Les chances d'infection des pommes de terre par le champignon de la gale augmentent lorsque la température du sol est abaissée. Il n'y a eu aucune plantation au mois d'août.

Figure 2. The infection apparatus, showing the potato tubers with glass collars around their sprouts. Inoculation occurred in the light-opaque moisture chamber.

Fig. 2. Dispositif d'infection montrant les tubercules de pommes de terre avec collets de verre autour des germes. L'inoculation s'est faite dans la chambre humide et opaque.

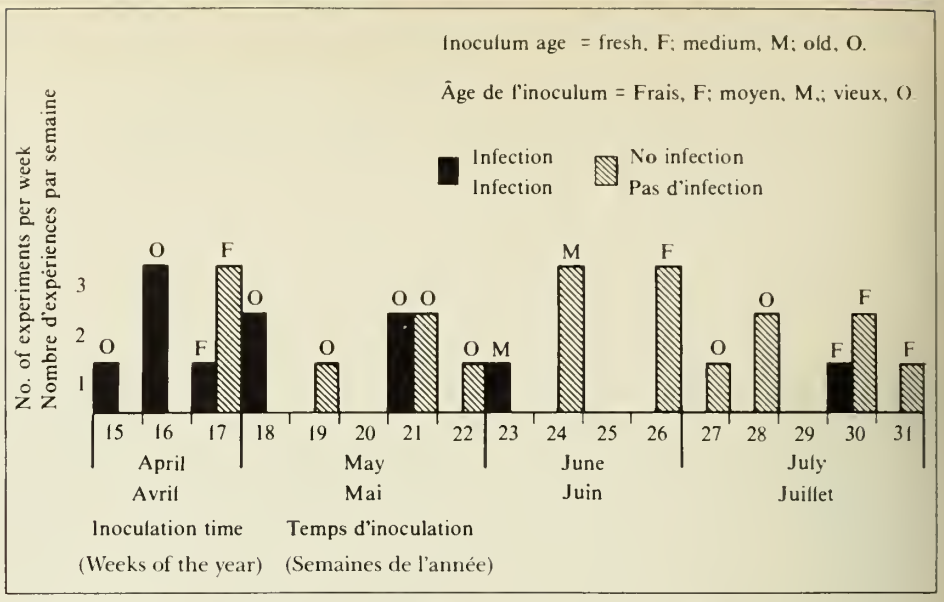


Figure 3. Seasonal changes in infection success after potato sprouts were allowed 1-3 days contact with the wart fungus.

Fig. 3. Histogramme illustrant les changements saisonniers dans la réussite de l'infection après des périodes de 1 à 3 jours de contact entre les germes de pommes de terre et le champignon.

by impaling a piece of tumor on a toothpick and sticking it in a tuber adjacent to the sprouts, thus giving the tubers continuous contact with the inoculum. In the growth room, we inoculated each tuber by attaching a glass or paper collar to the tuber around a sprout and adding water and tumor pieces to the collar. After about 24 hours we removed the inoculum, cleansed the collar and planted the tuber. This provided a unique environment in which infection could occur (Figure 2).

A variety of data was collected for each inoculation in the growth room. Table 1 shows that most of the data was common to, or overlapping, successful (infection occurring) and unsuccessful (no infection occurring) experiments. The real difference turned out to be in the week of inoculation. This is evident in Figure 3 which shows that the successful experiments were clustered in April and May. This is highly suggestive of the fungus being adapted to the early production of potato sprouts. Infection in July reflects the mid-year burst of fungal activity when plants are beginning to tuber. The age of the inoculum did not appear to influence disease production.

We conclude, therefore, that although soil temperature and soil moisture, and to some extent the plant's metabolism level, contribute to the development of potato wart disease, the most consistent contributory factor appears to be the fungus' ability to become germinable at times most appropriate to its life cycle, hence its continuation and dissemination. This conclusion strongly suggests that to control the disease it is highly important to learn as much as possible about the biology of the fungus. Only by discovering the weak points in the life of the causal agent—the chinks in its armour—will we be able to design positive methods of control.

Table 1. Comparative details of successful and unsuccessful experiments in which potato sprouts were inoculated with the potato wart disease fungus

Item		Infected	Non-Infected
Total no. of plants		110	190
Sprout:	age	6-33 days	5-33 days
	length	1.6-10.3 mm	2.6-16 mm
	volume	0.002-0.13 ml	0.005-0.28 ml
	growth at	80% RH, 26°C	80% RH, 26°C
Inoculum:	source	field or greenhouse	field or greenhouse
	age	1-200 days	7-270 days
	storage	fresh or semi-dry	fresh or semi-dry
	type	tumor or sporangia	tumor or sporangia
	amount	0.05-0.1 g	0.05-0.1 g
Inoculation:	medium	water	water
	amount of medium	5 ml	5-10 ml
	time	24-72 h	24-72 h
	temperature	24°C	10°-25°C
	weeks of the year	15/16/17/21/23/30	19/22/24/26/27/28/29/31

Dr. Michael Hampson is the plant pathologist at the Agriculture Canada Research Station, St. John's West, Newfoundland.

Dr. Hampson in the plant pathology lab.

M. Hampson dans le laboratoire de pathologie.

Tableau I. Détails comparatifs des expériences d'inoculation réussies et non réussies des germes de pommes de terre avec le champignon de la gale verruqueuse

Détail	Infectés	Non infectés
N^bre^ total de plantes	110	190
Germes: âge	de 6 à 33 jours	de 5 à 33 jours
longueur	1,6 à 10,3 mm	2,6 à 16 mm
volume	0,002 à 0,13 ml	0,005 à 0,28 ml
croissance à	80 % HR, 26°C	80 % HR, 26°C
Inoculum: source	champ ou serre	champ ou serre
âge	1 à 200 jours	7 à 270 jours
conservation	frais ou semi-sec	frais ou semi-sec
type	tumeur ou sporange	tumeur ou sporange
quantité	0,05 à 0,1 g	0,05 à 0,1 g
Inoculation: milieu	eau	eau
quantité de milieu	5 ml	5 à 10 ml
durée	25 à 72 h	24 à 72 h
température	24°C	10 à 25°C
semaines de l'année	15/16/17/21/23/30	19/22/24/26/27/28/29/31

nuellement pendant la même période!

Il est fort plausible cependant que les fluctuations de la température du sol, à mesure que la saison progresse, influencent le processus d'infection. Comme *S. endobioticum* est un organisme de climat frais, les reculs d'infection pourraient être associés à une accumulation de chaleur dans le sol. Nous avons donc essayé deux stratégies. Dans la première, nous avons planté des tubercules innoculés dans une bâche pour ensuite progressivement diminuer la température du sol à chaque mois, tout au long de la saison de végétation. À la Figure I, nous voyons qu'une baisse de température est associée à une augmentation de la maladie, ce qui appuie l'hypothèse d'une influence de la température saisonnière sur l'évolution de la maladie. Nous devons cependant rappeler que dans les observations originales (Canada Agriculture, hiver 1977), l'infection augmentait et diminuait à différents moments de l'année. Notre prochaine étape nous a donc amené à garder la température du sol à un niveau constant pendant toute la saison. Nous avons choisi la température de 15°C car elle reflétait le mieux les conditions prévalant à l'extérieur.

Les données accumulées pendant les récoltes aux mois d'août, de septembre et d'octobre font voir à la fois un déclin de la maladie et de la productivité générale des plantes. La baisse de productivité était de l'ordre de 1,0, de 0,7 et de 0,4 respectivement pour chacun des 3 mois. Si les changements de température semblaient à première vue être un facteur primordial dans l'évolution de la maladie, cette hypothèse ne semble pas aussi évidente, étant donné que les changements saisonniers dans le métabolisme des plantes pourraient aussi jouer un rôle. En effet, nous avons déjà vu que la teneur en eau du sol est un autre facteur en cause.

Revenons maintenant à la possibilité que les changements cycliques dans le métabolisme du champignon expliqueraient la périodicité de l'infection, y compris les périodes isolées pendant lesquelles seul un recul de l'infection s'observe. Afin de vérifier l'hypothèse que le champignon lui-même était la principale cause de la périodicité, nous avons procédé à une vaste série d'expériences en chambre de croissance. Nous avons isolé les plantes infectées de leur environnement en leur fournissant une température, et une qualité et une durée d'éclairement constantes. Les plantes inoculées recevaient des quantités normalisées d'eau et d'engrais selon un calendrier cyclique. La principale différence entre les expériences en chambre de croissance et les expériences en serre résidait dans le mode d'inoculation. En serre, un morceau de tumeur fixé sur un cure-dent était fiché sur un tubercule au voisinage immédiat des germes. Le contact entre le tubercule et l'inoculum était donc continu. En chambre de croissance, un collet de verre ou de papier était enroulé sur le tubercule autour d'un germe d'un tubercule, puis de l'eau et des morceaux de tumeur étaient placés sur le collet. Au bout d'environ 24 heures, l'inoculum était enlevé, le collet nettoyé et les tubercules plantés. Cette technique procurait des conditions d'infection unique (Figure 2).

Diverses données ont été récoltées pour chaque inoculation réalisée en chambre de croissance. On peut voir au Tableau I que la plupart des données recoupaient aussi bien les expériences réussies (infection présente) ou infructueuses (infection non présente). La différence réelle s'est révélée être la semaine choisie pour l'inoculation. La Figure 3 montre en effet que les expériences réussies se concentrent dans les mois d'avril et de mai. Cela suggère fortement que le champignon s'est adapté à la production précoce de germes des pommes de terre. L'infection observée en juillet reflète la flambée d'activité fongique de mi-saison au début de la phase de tubérisation. L'âge de l'inoculum n'a pas semblé influencer la production de la maladie.

Nous concluons donc que, quoique la température et l'humidité du sol, et jusqu'à un certain point le métabolisme des plantes, contribuent à l'infection par la gale verruqueuse de la pomme de terre, le facteur qui revient le plus souvent semble être l'aptitude du champignon à germer aux moments qui conviennent le mieux à son cycle biologique et en conséquence à sa survie et à sa dissémination. Cette conclusion suggère fortement que pour combattre la maladie, il est très important d'en savoir le plus possible sur la biologie du champignon. Seule la connaissance des points faibles dans le cycle évolutif de l'agent infectieux nous permettra d'élaborer des méthodes de lutte positives.

M. Hampson est phytopathologiste à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Saint-Jean Ouest (T.-N.).

A pest management system for the red turnip beetle on rapeseed and canola

G.H. Gerber

The red turnip beetle is an occasional pest of rapeseed and canola in Western Canada. It is native to Canada and is most commonly found in the Aspen Parkland Region and Peace River District. The larvae and adults feed on seedling plants in May and June, and the adults feed on mature plants in August and September. The only damage of economic significance is caused by the adults in June.

The red turnip beetle overwinters in the egg stage. The eggs hatch in April and early May, shortly after the snow has melted and usually before rapeseed and canola are planted. Larval development is normally completed by the end of May, and the larvae feed on volunteer rapeseed and canola seedlings and cruciferous weeds (the mustard family). After development, the larvae enter the soil to pupate. The pupal stage lasts about 2 weeks. The adults normally emerge during the first 3 weeks of June and feed for 2-3 weeks, usually in the same fields in which the larvae fed. At the end of June, the adults enter the soil to aestivate (the resting stage) for about a month. They reappear in late July and August, disperse to new rapeseed and canola fields, and mate and lay eggs until late October. The beetles lay the eggs near their food plants under leaf litter, lumps of soil and other objects; in shallow crevices; and in loose soil to depths of 5-6 mm.

The following plants have been verified as food plants of the larvae: volunteer rapeseed, canola, yellow mustard, oriental mustard and brown mustard; dog mustard; shepherd's purse; wild mustard; flixweed; tall hedge mustard; and black mustard. Other common cruciferous weeds, which might serve as food plants for the larvae, include ball mustard, tumble mustard, wormseed mustard, gray tansy mustard, green tansy mustard, marsh yellow cress, pepper grass, small-flowered prairie-rocket, false flax, hoary cress, and hare's-ear mustard. The larvae do not feed on stinkweed. The adults have been found feeding on all these plants, except tall hedge mustard, shepherd's purse, black mustard, ball mustard, false flax, hoary cress, stinkweed, and hare's-ear mustard.

In May and June, we can find the larvae and adults in rapeseed and canola stubble fields and in other fields containing heavy stands of cruciferous plants. If these food plants are all consumed, the larvae or adults may invade nearby fields of seedling rapeseed or canola. The beetles walk to the new fields and are usually concentrated in a moving front which is no more than a few metres wide. Adults have not been seen in flight at this time of year. The larvae and adults feed on the cotyledons, true leaves, petioles, and stems of rapeseed and canola seedlings. Depending on

Figure 1. The red and black adult is about 6-10 mm long.

Fig. 1. Rouge et noir, l'adulte mesure de 6 à 10 mm de long.

Mesures de lutte contre la chrysomèle du navet dans les champs de colza et de colza canola

G.H. Gerber

La chrysomèle du navet est un ravageur occasionnel du colza et du colza canola dans l'Ouest du Canada. Il s'agit d'un ravageur indigène que l'on trouve fréquemment dans la région de la prairie-parc et dans le district de la Rivière-de-la-Paix. Les larves et les adultes se nourrissent de plantules en mai et juin et les adultes se nourrissent de plants arrivés à maturité en août et en septembre. Les seuls ravages d'importance économique sont causés par les adultes, en juin.

La chrysomèle du navet hiverne à l'état d'oeuf. Les oeufs éclosent en avril et au début de mai, peu après la fonte des neiges et habituellement avant les semis de colza et de colza canola. La croissance des larves se termine habituellement à la fin de mai; les larves se nourrissent de colza de repousse, de plantules de colza canola et de crucifères (famille des moutardes). Au terme de leur croissance, les larves pénètrent dans le sol pour la pupaison. Le stade de pupe dure environ deux semaines. En général, les adultes émergent au cours des trois premières semaines de juin et se nourrissent pendant deux à trois semaines, habituellement dans les mêmes champs que les larves. À la fin de juin, ils retournent dans le sol pour une diapause (stade de repos) d'environ un mois. Ils réapparaissent à la fin de juillet et en août, se déplacent vers de nouveaux champs de colza et de colza canola, puis s'accouplent et pondent leurs oeufs jusqu'à la fin d'octobre. Ceux-ci sont déposés près des plantes où se nourrissaient les adultes, sous des amas de feuilles, de terre ou sous d'autres objets, dans des crevasses peu profondes ou dans le sol, à une profondeur de 5 à 6 mm.

On a pu vérifier que les larves se nourrissent des plantes suivantes: colza de repousse, colza canola, moutarde jaune, moutarde chinoise, moutarde brune, moutarde des chiens, capselle-bourse-à-pasteur, moutarde sauvage, sagesse des chirurgiens, sisymbre de Loesel et moutarde noire. Parmi les autres crucifères qui peuvent servir à l'alimentation des larves, notons: neslie paniculée, sisymbre élevé, vélar giroflée, moutarde tanaisie grise, moutarde tanaisie verte, rorippe d'Islande, lépidie densiflore, vélar à petites fleurs, cameline cultivée, cranson dravier et vélar d'orient. Les larves ne se nourrissent pas de datura stramoine. Les adultes se nourrissent de toutes ces plantes sauf le sisymbre de Loesel, la capselle-bourse-à-pasteur, la moutarde noire, la neslie paniculée, la cameline cultivée, le cranson dravier, le datura stramoine et le vélar d'orient.

En mai et en juin, on trouve des larves ou des adultes dans les chaumes de colza et de colza canola ainsi que dans d'autres champs à forte densité de crucifères. Lorsque les plantes de ces champs sont toutes consommées, les larves ou les adultes peuvent alors s'attaquer aux champs avoisinants de plantules de colza canola. Les chrysomèles se déplacent en marchant, en général par bandes de quelques mètres de largeur seulement. À cette période de l'année, à ce qu'on sache les adultes ne volent pas. Les larves et les adultes se nourrissent de cotylédons, de feuilles, de pétitoles et de tiges de jeunes plants de colza et de colza canola. Selon le nombre d'insectes, les dommages varieront d'une simple perte de petits morceaux de cotylédons et de feuilles à une défoliation complète et à la mort des plantes. Si les populations de larves ou d'adultes sont faibles, seules les plantes situées sur le pourtour des champs seront endommagées. Cependant, si les insectes sont plus nombreux ils s'infiltreront graduellement et détruiront la majorité des plants sur leur passage.

Figure 2. The orange pupae are 6-10 mm in length.

Fig. 2. De couleur orangée, la pupe mesure aussi de 6 à 10 mm de long.

Figure 3. The black larvae are about 1-2 mm long when newly hatched and 10-15 mm when fully grown.

Fig. 3. Nouvellement éclose, la larve est de couleur noire et mesure environ 1 à 2 mm de long; au terme de sa croissance, elle atteint de 10 à 15 mm.

Figure 4. The brown eggs are approximately 1.5 mm in length.

Fig. 4. Les oeufs de la chrysomèle du navet sont bruns et font environ 1,5 mm de long.

the abundance of the insects, the damage will vary from the loss of just small portions of the cotyledons and true leaves to complete defoliation and death of the plants. If the numbers of larvae or adults are small, only plants at the edges of the fields will be damaged. If numbers are large, they gradually move inwards, destroying most of the plants as they go. The larvae generally are not a problem, because they normally complete development before seeded rapeseed and canola have germinated. The adults, however, may cause sufficient damage in rapeseed and canola fields in June to warrant control measures.

In August, the adults invade rapeseed and canola fields soon after emerging from aestivation and feed on the buds, flowers, pods, and stems of these plants until harvest. However, this feeding does not result in economic crop loss, because the numbers of adults normally encountered in fields in August and September are not large enough to reduce significantly the seed yield. Control measures, therefore, are not required to protect yields at this time of the year.

Infestations of the red turnip beetle usually originate in rapeseed and canola stubble fields, and in other fields containing heavy stands of cruciferous plants, that have not been cultivated in the fall and following spring. These infestations can normally be reduced considerably or prevented completely by using good cultural practices. However, if large numbers of adults invade new rapeseed and canola fields, it may be necessary to use chemical insecticides.

Cultivation and destruction of food plants in areas where the red turnip beetle feeds and lays eggs are the most effective methods of cultural control.

Cultivation of fields after harvest buries the eggs and prevents the newly hatched larvae from reaching the surface of the soil in the spring. From 75 to 100% of the larvae can be destroyed with fall cultivation.

Destruction of the food plants of the larvae by cultivation or with the appropriate herbicides in April and May will eliminate most of the larvae through mechanical injury and starvation, because they can travel only short distances for food. This method of cultural control is effective only if the volunteer rapeseed, canola, and mustard and the cruciferous weeds are controlled in all cereal grain fields, summer fallow fields, stubble fields, pastures, hay fields, roadside areas, farm yards, etc.

Cultivation in May and June, when the red turnip beetle is in the pupal stage, will result in death of many of the pupae because of mechanical injury and desiccation.

Before insecticides are used to control adults invading new rapeseed and canola fields, the fields should be examined carefully to determine the extent of the invasion and to assess whether the invaders are causing or will likely cause economic damage. Since they enter the fields at the margins by walking and are concentrated in a moving front, it usually is necessary to spray only a small part of each field. If the size of the invasion is small or if the beetles are entering only a small area (or both), chemical control may not be required. In assessing the actual damage and the potential for economic damage, two factors should be considered: the date of the invasion and the stage of plant development. Since the adults feed for only 2-3 weeks in June, it is important to remember that they will be damaging the rapeseed and canola for less than 3 weeks. If the adults enter the fields soon after emergence in early June, they will probably destroy many more plants than if they enter shortly before aestivation in late June, because they have a longer time in which to feed and the plants are smaller. Fields with relatively large plants will require a greater beetle density to cause economic damage than fields with small seedlings.

Two insecticides (Furadan and Guthion) are registered for controlling adults. Because chemical control recommendations can change, potential users of these insecticides should consult a provincial agricultural representative or other agricultural authority to obtain the most recent recommendations.

Dr. G.H. Gerber is a research scientist at the Agriculture Canada Research Station, Winnipeg.

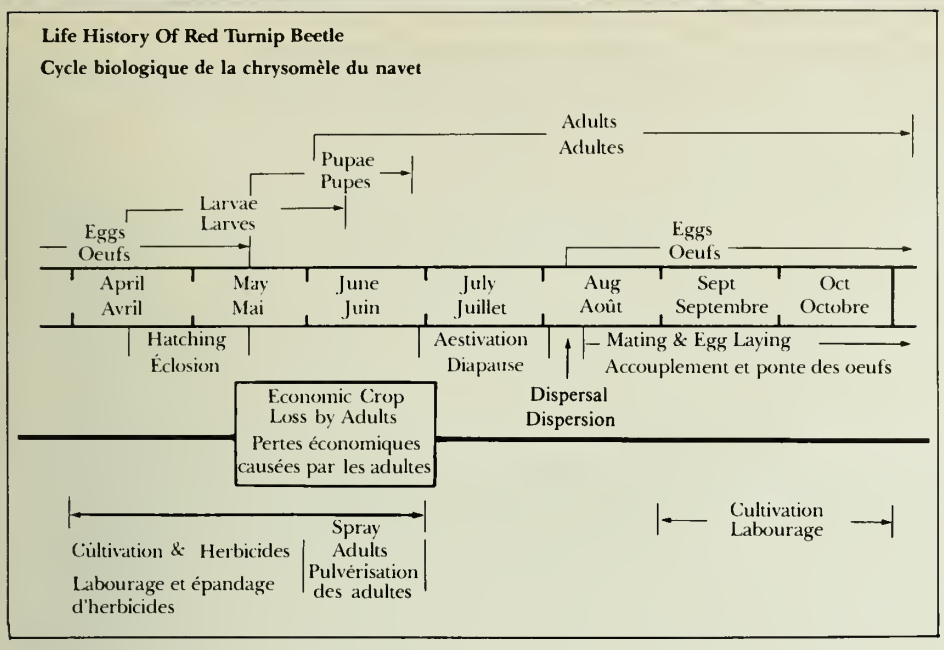


Figure 5. Pest management system for red turnip beetle.

Fig. 5. Mesures de lutte contre la chrysomèle du navet.

Les larves ne posent généralement pas de problème car elles arrivent à maturité avant la germination du colza et du colza canola. Les adultes peuvent toutefois causer suffisamment de dommages dans les champs de colza et de colza canola en juin pour justifier des mesures de lutte.

En août, les adultes envahissent les champs de colza et de colza canola au sortir de leur diapause et se nourrissent des bourgeons, des fleurs, des siliques et des tiges de ces plantes jusqu'au moment de la récolte. Les dommages causés n'ont toutefois pas d'importance économique, car le nombre d'adultes normalement présents dans les champs en août et en septembre n'est pas assez élevé pour entraîner une réduction significative du rendement grainier. Il n'est donc pas nécessaire d'appliquer des mesures de lutte à cette période de l'année.

Les infestations de chrysomèles commencent habituellement dans les chaumes de colza et de colza canola ainsi que dans les autres champs densément peuplés de crucifères qui n'ont pas été cultivés à l'automne ni au printemps suivant. Ces infestations peuvent habituellement être réduites considérablement ou même évitées complètement par l'application de bonnes méthodes culturales. Cependant, si un grand nombre d'adultes envahissent de nouveaux champs de colza et de colza canola, il peut alors être nécessaire de recourir aux insecticides chimiques.

Le labourage et la destruction des plantes nourricières dans les régions où la chrysomèle du navet s'alimente et pond ses oeufs constitue la méthode culturale la plus efficace pour lutter contre ce ravageur.

Le labourage des champs après la récolte permet en effet d'enfouir les oeufs dans le sol et d'éviter que les larves nouvellement écloses n'atteignent la surface du sol au printemps. De 75 à 100 % des larves peuvent ainsi être détruites par le labourage des champs à l'automne.

La destruction des plantes nourricières, par le labourage des champs ou l'application d'herbicides appropriés en avril et en mai, permettra de tuer la plupart des larves par blessures ou par manque de nourriture, ces dernières étant incapables de parcourir de longues distances en quête de nourriture. Cette méthode de lutte culturale n'est efficace que si on empêche la croissance du colza de repousse, du colza canola, de la moutarde et des crucifères dans tous les champs de céréales, les champs en jachère, les chaumes, les pâturages, les champs de foin, les abords des routes, les cours des fermes, etc.

Le labourage en mai ou en juin, période durant laquelle la chrysomèle du navet se trouve au stade de pupe, causera la mort d'un grand nombre d'entre elles par dessication et par blessures.

Avant d'utiliser des insecticides pour lutter contre les adultes qui envahissent de nouveaux champs de colza et de colza canola, ceux-ci doivent être examinés avec soin afin de déterminer l'étendue de l'infestation et évaluer les risques de pertes économiques. Comme les insectes pénètrent dans les champs par le pourtour en marchant par bandes concentrées, il suffit habituellement de ne pulvériser qu'une petite partie de chaque champ. En outre, si les insectes sont en petit nombre ou sont présents dans une petite portion du champ seulement, il ne sera peut-être même pas nécessaire d'utiliser d'insecticide. Au moment d'évaluer les pertes économiques attribuables aux dommages réels et éventuels, il faut tenir compte des deux facteurs suivants: la date de l'invasion et le stade de croissance des plantes. Comme les adultes ne se nourrissent que pendant deux à trois semaines en juin, il est important de se rappeler qu'ils ne causeront de dommages au colza et au colza canola que pendant moins de trois semaines. Si les adultes pénètrent dans les champs au début de juin, peu après leur émergence, les dommages seront probablement beaucoup plus considérables que s'ils arrivent peu avant leur diapause à la fin de juin, puisqu'ils auront plus de temps pour se nourrir et que les plants seront plus petits. Ainsi, pour causer des pertes économiques comparables, il faut plus d'insectes dans les champs où les plants sont relativement gros que dans les champs ne contenant que de petites plantules.

À l'heure actuelle, deux insecticides (Furadan et Guthion) sont homologués pour la lutte contre les insectes adultes. Cependant, il est préférable de consulter un représentant du minstère de l'Agriculture de votre province ou tout autre autorité en matière d'agriculture, afin d'obtenir plus de renseignements sur les méthodes les plus récentes de lutte chimique, les directives à cet effet étant sujettes à modification.

M. G.H. Gerber est un chercheur attaché à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Winnipeg.

Drought risk and beef production in western Canada

J.A. Dyer

A desirable drought assistance program should help producers cope with periods of drought but should not encourage a level of livestock numbers above the area's long-term carrying capacity.

The author explains a set of criteria for defining drought, based on soil and climatic conditions. A map of estimated high drought risk shows those areas where livestock production could be hindered.

Drought is one of the principle limitations to agriculture in western Canada. Since this region has a semi-arid climate, drought can be expected to occur frequently. To deal effectively with the problem, we must recognize that drought is a relative term, and should be defined by its impact on each sector of our society (McKay 1981). In this article we shall look at western Canadian beef production.

A major factor in maintaining beef herd sizes is the availability of spring pasture and hay. In times of severe drought, governments are often asked to provide programs to offset financial stress imposed on cattle producers.

Assistance to drought victims has implications to land use patterns and regional planning. For instance, by giving financial aid too often, we may be encouraging the expansion of herd sizes beyond the capacity of the available land, leading to overgrazing during dry years and added stress on an already fragile environment. Overgrazing leads to soil degradation, destruction of natural turf and ground cover, depletion of ground water re-

Les risques de sécheresse et la production de viande bovine dans l'Ouest canadien

J.A. Dyer

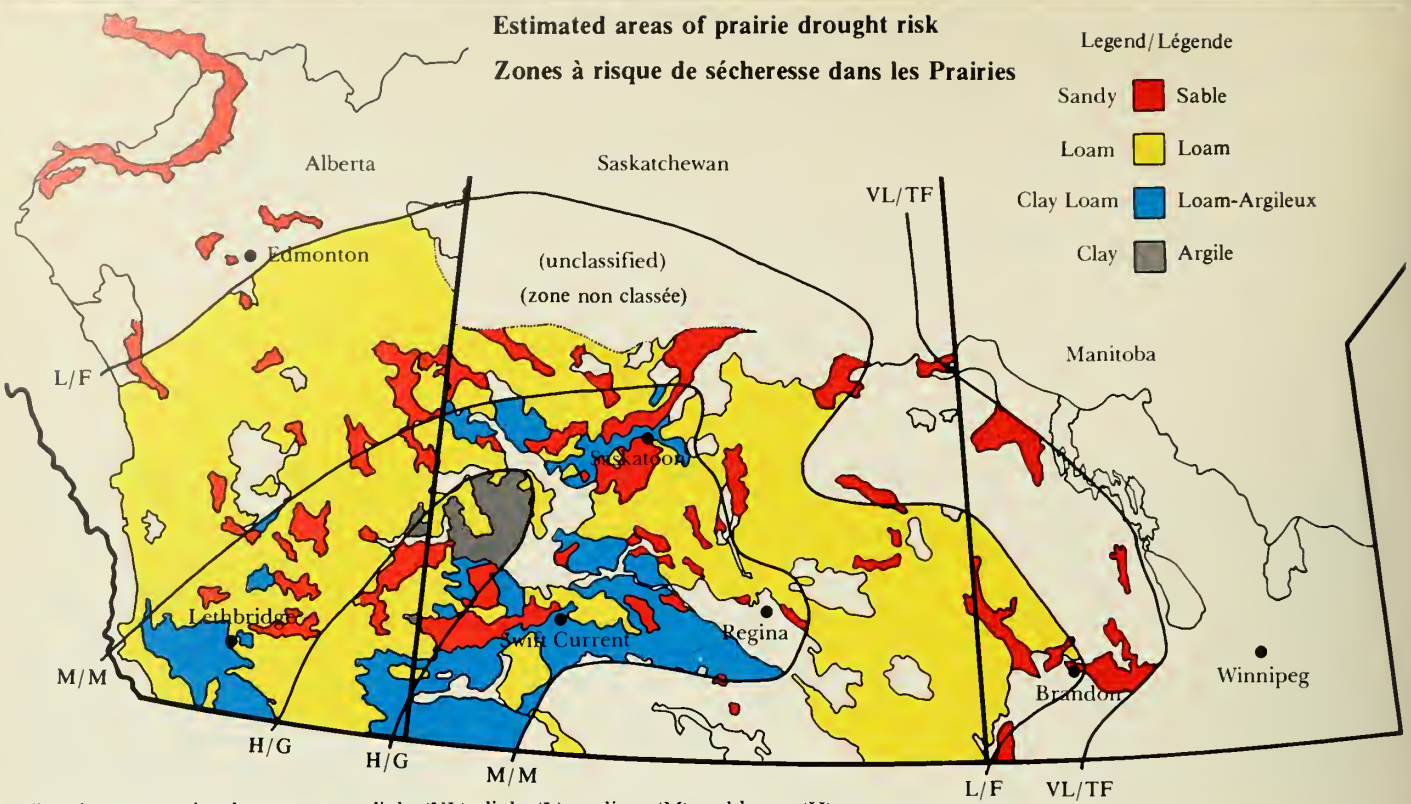
Un programme d'aide aux victimes de la sécheresse doit aider les producteurs à traverser les périodes de sécheresse, mais non les inciter à maintenir un cheptel supérieur à ce que la région peut nourrir à long terme.

L'auteur présente ici un ensemble de critères permettant d'établir une définition de la sécheresse à partir des conditions pédologiques et climatiques. Une carte illustrant les endroits où les risques de sécheresse sont élevés délimite les zones où la pratique de l'élevage est à déconseiller.

En raison de son climat semi-aride, l'Ouest canadien est souvent frappé par la sécheresse, un des principaux facteurs limitatifs de l'agriculture dans cette région. Afin de traiter efficacement ce problème, nous devons reconnaître que la sécheresse est une notion relative que nous devrions définir, à la suggestion de McKay (1981), d'après ses effets sur chacun des secteurs de notre société. Cet article-ci traite de la production de viande bovine dans l'Ouest canadien.

Le maintien de l'effectif des troupeaux de bovins est surtout fonction des pâturages et du foin printaniers. En période de sécheresse grave, on fait souvent appel aux gouvernements fédéral et provincial pour qu'ils mettent sur pied des programmes d'aide financière pour les éleveurs en difficulté.

L'aide fournie aux victimes de la sécheresse peut avoir des répercus-



Soil moisture capacity classes are very light (VL), light (L),medium (M) and heavy (H).

Les classes de sols relatives à la capacité de rétention d'eau sont: très friables (TF), friables (F), moyens (M) et grande (G).

sources and erosion. Weighed against these problems is the opportunity to provide financial stability and necessary cash flow to many producers who are capable of contributing to Canada's beef industry.

A comprehensive definition of drought for perennial forage production is required if requests for assitance are to be properly evaluated, and assistance programs developed and equitably administered. The definition should include the soil moisture reserves and forage yield expectations. The long-term probabilities for these expectations must also be incorporated. The definition must be used to designate drought areas in any year to decide which farmer will receive financial assistance.

Agriculture Canada's Crop Production Division has developed a set of criteria for defining drought based on both soil and climate conditions to help allocate drought assistance. The land use issues of drought assistance require definitions of long-term drought risk. Areas of high risk must be shown so that regional planners can take into account the drought risk factor.

The simplest way of defining drought is to assess the amounts of rainfall in a given area during a particular period (e.g., a year). We can refine this by taking into account the potential evaporation rates during the same period. A computer budgeting technique is available to integrate these two variables on a daily basis to give soil moisture estimates for different soil and crop conditions (Baier *et al.* 1979). This model is the basis of a system for weekly monitoring of moisture reserves in wheat fields (Edey 1980) but it can also be used to estimate soil moisture for other crops. The definition of drought that we use, therefore, is heavily dependent on the analysis of historical weather records.

Regional differences in drought risk are often best shown by mapping the factors in question or combinations of these factors. For drought risk the climatic variables contributing to soil moisture reserves are combined with the capacity of different soils to store water available to the plant. The soil property that most influences water-holding capacity is texture. For example, sandy soils have a very low capacity, with the depth of water stored equivalent to only one-tenth of the soil's depth. Clay soils, on the other hand, can store up to one-quarter of their depth. The accompanying composite map, showing four classes of soil texture, was prepared for the three prairie provinces from soil survey maps available for each province.[1]

To obtain the composite map, we first derived from climate records maps showing long-term expectations of soil moisture reserves at different probability levels on May 31. The soil moisture estimates took into account that the land was under perennial forages. Then we drew up a separate map for each soil class. Each of these soil classes was assigned a water-holding capacity approximately equal to one of the texture classes derived from the soil maps. The maps were drawn from soil moisture reserve estimates generated by the Computer Budgeting System.

The composite map for drought risk was prepared by overlaying the moisture reserve maps for each soil type on the soil texture base map. To do this, the information contained in the moisture reserve maps had to be reduced by two steps. First, for each moisture reserve map, only one isoline (a line on a map which has con-

[1]*The author thanks Jack Shields of Agriculture Canada's Land Resource Research Institute for providing soil survey information and Joanne Gale and Jane Tash for their assistance in data analysis and map preparation.*

sions, dont nous devons tenir compte, sur l'utilisation des terres et la planification régionale. Par exemple, en accordant trop souvent de l'aide financière, nous risquons d'encourager l'expansion des troupeaux au-delà de la capacité des terres disponibles et de provoquer le surpâturage pendant les années de sécheresse augmentant ainsi la pression exercée sur un milieu déjà fragile. Le surpâturage entraîne la dégradation du sol, la destruction de l'herbe et du couvert végétal naturels, l'épuisement des réserves d'eau et l'érosion. En contrepartie, nous avons la possibilité d'assurer la stabilité financière et les liquidités nécessaires à de nombreux producteurs capables d'apporter une contribution viable au secteur canadien de l'élevage des bovins.

L'évaluation adéquate des demandes d'aide ainsi que l'élaboration et la gestion équitables des programmes concernés exigent qu'on définisse en détails la sécheresse par rapport à la production des plantes fourragères vivaces. Cette définition doit tenir compte des réserves en eau du sol et des prévisions de rendement des fourrages. On doit également y incorporer les probabilités à long terme d'obtenir ces rendements. Elle doit servir à désigner les régions frappées par la sécheresse au cours d'une année donnée, pour établir la liste des agriculteurs admissibles.

À cette fin, la Division des productions végétales d'Agriculture Canada a élaboré une série de critères reliés aux conditions pédologiques et climatiques. La détermination du risque de sécheresse à long terme est essentielle à l'évaluation des conséquences de l'aide apportée sur l'utilisation des terres. Il est nécessaire de signaler les régions à risques élevés pour que les planificateurs régionaux puissent en tenir compte dans leurs schémas.

La quantité de précipitations dans une région donnée au cours d'une période de temps définie (par exemple, une année) est la façon la plus simple de définir la sécheresse. On peut préciser davantage en tenant compte du taux d'évaporation potentielle au cours de la même période. Baier et coll. (1979) ont mis au point une technique informatique de budgétisation qui permet d'intégrer ces deux variables sur une base journalière et d'évaluer l'humidité du sol pour différentes conditions de sols et de cultures. Edey (1980) s'est servi de ce modèle pour élaborer un système de contrôle hebdomadaire des réserves d'humidité dans les champs de blé mais on peut également l'employer pour d'autres cultures. Dès lors, la présente définition de la sécheresse est fondée en grande partie sur l'analyse des données météorologiques antérieures.

La cartographie des facteurs ou combinaisons de facteurs qui entrent en jeu est souvent la meilleure façon d'illustrer les différences régionales dans les risques de sécheresse. Pour évaluer ces risques, on combine les facteurs climatiques qui influent sur les réserves d'humidité du sol et la capacité d'emmagasinage de l'eau, dans la rhizosphère, de différents types de sols. Ce dernier facteur dépend surtout de la texture du sol. Par exemple, les sols sableux ont une capacité très faible, c'est-à-dire que l'épaisseur de la couche d'eau emmagasinée n'équivaut qu'au dixième seulement de leur profondeur. Par contre, les sols argileux peuvent emmagasiner une couche d'eau d'épaisseur égale au quart de leur profondeur. Nous avons dressé une carte-synthèse[1] où figurent les zones de répartition des quatre classes de texture du sol pour les trois provinces des Prairies à partir des cartes pédologiques relevées sur le terrain pour chacune de ces provinces.

À partir des données climatiques, on a cartographié les prévisions à long terme pour les réserves d'humidité du sol au 31 mai à différents seuils de probabilité. On a évalué l'humidité du sol en tenant compte du fait que la terre était couverte d'herbages vivaces. On a ensuite préparé une carte différente pour chaque classe de sol en attribuant à chacune d'entre elles une capacité de rétention d'eau approximativement égale à l'une des classes de texture des cartes pédologiques. Les cartes ont été dressées à partir d'estimations obtenues grâce au système informatique de budgétisation susmentionné.

La carte-synthèse des risques de sécheresse a été établie par superposition des cartes obtenues pour chaque type de sols. Il suffit de dessiner une carte pour chaque variable sur une feuille transparente et de superposer ces cartes sur un fond de carte. Pour y arriver, les cartes des réserves en eau du sol ont dû être soumises à deux étapes de simplification. Premièrement, nous n'avons retenu, pour chaque carte des réserves en eau qu'une seule isoligne (courbe réunissant les points d'égale valeur) d'humidité du sol; celle-ci délimite la région où les réserves estimatives d'humidité sont égales ou inférieures à un certain niveau. Deuxièmement, nous avons choisi un seuil de probabilité devant correspondre à un risque élevé. Les régions dont les niveaux d'humidité étaient inférieurs aux valeurs des isolignes attribuées à chacune des classes de texture pendant une année ou plus sur trois ans (en moyenne) ont été considérées comme des régions à risques élevés. Après avoir superposé les quatre isolignes sur la carte de base de texture des sols, nous avons ombré la région dont le sol correspondait à chaque isoligne et qui se trouvait délimitée par elle. Les parties ombrées représentent les régions à risques élevés de sécheresse.

La carte ci-jointe ne vise qu'à illustrer des configurations générales pour une région et ne se prête donc pas à l'interprétation au niveau de la ferme. La carte de base a été dressée à partir de cartes pédologiques de reconnaissance à l'échelle de 1/2 000 000; pour obtenir des informations pédologiques au niveau de la ferme, nous recommandons d'utiliser plutôt les cartes de sols à plus grande échelle disponibles pour la plupart des régions. Les isolignes d'humidité du sol s'inspirent d'estimations climatiques obtenues à l'aide de modèles théoriques dans 30 stations météorologiques. Leur emplacement approximatif convient aux fins de la présente discussion générale. Toutefois, pour travailler à l'échelle de la ferme ou même du canton, il sera préférable d'incorporer les données météorologiques d'un nombre beaucoup plus grand d'endroits.

Les critères utilisés pour définir la sécheresse dans la présente étude ont été choisis de façon arbitraire. On pourrait choisir d'autres valeurs critiques d'humidité du sol pour tracer les isolignes, ainsi que d'autres seuils de probabilité pour définir les régions à risques élevés. L'emploi d'autres critères modifierait certes l'étendue des régions exposées à la sécheresse, mais les tendances générales demeureraient sensiblement les mêmes.

D'après la carte-synthèse, les zones de sécheresse dans les provinces des Prairies vont en s'élargissant à partir

[1] *L'auteur remercie Jack Shields, de l'Institut de recherches sur les terres (Direction générale de la recherche) de nous avoir fourni et expliqué ces cartes.*

Snow contributes to the soil's water reserve.

La neige contribue à augmenter les réserves d'eau dans le sol.

stant value) of a uniform soil moisture level was included to show the area with moisture reserve estimates at or below a certain level. Second, one probability level was chosen to represent high risk. If the moisture levels fell below the values used to draw the isolines for each texture class in one or more years out of three (on the average) then this area was defined as a high risk area. After the four isolines were overlaid on the soil texture base map, we differentiated each area with soil corresponding to each isoline and enclosed by that isoline. The differentiated areas represent the high drought risk areas.

The accompanying map is intended simply to illustrate generalized regional patterns and should not be interpreted at the farm level. The base map was derived from 1:2 million scale soil survey maps, whereas for farm-level soil information, larger-scale soil maps are available for most areas and should be used instead. The moisture reserve isolines are drawn from climatic estimates from theoretical models at 30 weather stations. For the purposes of our general discussion the approximate placing of these isolines is adequate. At the farm, or even the township level, weather data from considerably more sites should be incorporated.

The criteria used to define drought in this study were chosen arbitrarily. Other threshold soil moisture values could be used to draw isolines and other probability levels could be selected to define risk. Other criteria would change the extent of the drought risk areas, but the general trends would be similar.

The composite map shows that drought zones in the Prairie Provinces generally expand outward from the southwest corner of Saskatchewan. Sandy, textured soils represent the highest risk areas. We can see the importance of water-holding capacity by the differences in the extent of risk areas among the four soil classes. For example, areas of high risk on sandy soils are much larger than on clay soils. The map also shows that the interaction of climate and soil factors is too complex to represent drought areas simply by rainfall statistics.

In any given drought year, producers on drought-prone soils are more likely to require assistance than producers on the other soils. These producers should not necessarily be penalized as poor managers, as they are victims of their environment. The method used to define drought zones should take into account the interaction between soil texture and climate, as was done here, so that all aspects can be evaluated. However, we must still normalize these estimates (express them as percentages of averages) to minimize the discrepancy in frequencies of assistance given to different regions.

Regional planners must decide what preferential assistance, if any, should be given to beef producers on sandy, drought-prone soils. These producers will suffer more effects of drought under the same weather conditions than producers on clay loam and clay soils. For long-term regional planning it should not be expected that beef herds of the same size and productivity can be maintained in drought-prone areas as in the non-drought areas. Attempts to do so could lead to serious overgrazing in many years. Producers should be encouraged to keep herd sizes consistent with the long-term carrying capacity of their soils used for forage production.

References

Baier, W., Dyer, J.A., and Sharp, W.R. "The Versatile Soil Moisture Budget." *Technical Bulletin* 87 (1979).

Edey, S.N. "SMEP—An Approach to Aerial Assessment of Soil Moisture Reserves in the Prairie Provinces." *Canada Agriculture* 25(2) 26-29.

McKay, G.A. *Canadian Plains Drought*. Presented at the 15th annual congress of the Canadian Meteorological and Oceanographic Society, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, 1981.

Mr. Jim Dyer is a resources and environment officer with Agriculture Canada's Crop Production Division, Regional Development and International Affairs Branch, Ottawa.

Soil erosion near Nipawin, Saskatchewan.

Sol érodé près de Nipawin, en Saskatchewan.

du coin sud-ouest de la Saskatchewan; les risques sont les plus élevés dans les régions à sols sableux. Les différences dans l'étendue des régions exposées à la sécheresse entre les quatre classes de sol montrent bien l'importance de la capacité de rétention d'eau.[2] La carte montre également que l'interaction entre les facteurs climatiques et pédologiques est trop complexe pour délimiter les régions exposées à la sécheresse simplement au moyen de données sur les précipitations.

[2] Par exemple, les zones à risques élevés, dans les sols sableux, ont beaucoup plus d'extension que dans les sols argileux.

Au cours de n'importe quelle année de sécheresse, les producteurs des régions exposées réclameront de l'aide plus souvent que les autres producteurs. Ces producteurs devraient être considérés non pas comme de mauvais gestionnaires, mais plutôt comme des victimes des conditions du milieu. Afin d'évaluer tous les aspects du problème, il faut, comme dans la présente étude, définir les zones de sécheresse en tenant compte de l'interaction entre la texture du sol et le climat. Il serait toutefois nécessaire de normaliser nos estimations (c'est-à-dire de les exprimer en pourcentage de la moyenne), afin de réduire l'écart entre les différentes régions pour ce qui est de la fréquence de l'aide accordée.

Il revient aux planificateurs régionaux de décider des priorités à accorder, le cas échéant, aux éleveurs des régions sableuses exposées à la sécheresse. Soumis aux mêmes conditions météorologiques, ces producteurs seront plus touchés par les effets de la sécheresse que les producteurs des régions aux sols de loam agirleux et d'argile. En ce qui concerne la planification régionale à long terme, on ne devrait pas s'attendre à maintenir, dans les régions exposées à la sécheresse, des troupeaux de bovins de taille et de productivité égales à ceux des autres régions. En effet, toute tentative dans ce sens pourrait mener, avec les années, à un grave surpâturage. On devrait plutôt encourager les producteurs à faire en sorte que la taille de leurs troupeaux reste compatible avec la capacité de charge à long terme de leurs terres utilisées pour la production d'herbages.

Bibliographie

Baier, W., J.A. Dyer et W.R. Sharp, «The Versatile Soil Moisture Budget.» *Technical Bulletin, nº 87.*

Edey, S.N., 1980, «SMEP—An Approach to Aerial Assessment of Soil Moisture Reserves in the Prairies Provinces», *Canada Agriculture,* vol. 2 nº 25, pp. 26 à 29.

McKay, G.A., *Canadian Plains Drought*, exposé présenté à la 15e conférence annuelle de la *Canadian Meteorological and Oceanographic Society*, Université de la Saskatchewan, Saskatoon (Sask.), 1981.

Jim Dyer est agent des ressources et de l'environnement à la Division des productions végétales, Direction générale du développement régional et des affaires internationales, Agriculture Canada, Ottawa.

Porcine stress and pork quality

A.C. Murray

Pigs, more than other meat-producing animals, are susceptible to stress, resulting in sudden swine deaths and poor meat quality. Some individuals and breeds may be more susceptible to stress than others but currently available tests are not successful in readily detecting those with a genetic predisposition to stress symptoms and those that carry the condition. More research is required to determine what metabolic factors give rise to pale, soft, watery pork and dark, hard, dry pork. Presently, the simplest and most effective way to reduce sudden swine deaths and poor quality pork is improved preslaughter management, including shorter fasting times before slaughter and stress reduction during loading, transit and handling.

Considerable resource expenditure has been required to maintain efficient production of Canadian pork at its current high standard of quality. Yet two stress-related phenomena—sudden swine deaths and adverse meat quality—cost the swine industry, and therefore the consumer, millions of dollars each year.

A stress may be defined simply as an environmental condition adverse to the animal's well-being. These environmental conditions may be climatic, nutritional, social or may arise through physical abuse or agents such as microorganisms, viruses, toxins, etc. The body has a remarkable ability to adjust its metabolism to compensate for these stresses. However, certain animals are less able than others to adjust; that is, they are more stress susceptible.

One result of the failure of pigs to accommodate stress adequately is the sudden death syndrome or porcine stress syndrome (PSS). This syndrome is characterized by the onset of muscular rigidity, a rapid rise in body temperature, an increased heart rate, hyperventilation and a blotchy skin appearance. Death of the pig usually follows. PSS symptoms are identical to those of malignant hyperthermia (MH) in swine and many believe the two conditions to be the same. MH is triggered during the administration of certain volatile anesthetics, including halothane. Pigs dying under halothane anethesia exhibit pale, soft and exudative (PSE) musculature.

Swine industries now apply a short, 5-minute halothane test; the onset of muscular rigidity indicates a positive reaction to the anesthetic. With care, most reacting pigs recover from the test. The test's goal is to remove MH susceptible swine from the breeding population and thereby decrease the incidence of PSS and possibly PSE meat. Those using the pig as a model for studying human MH often perform a long halothane test of up to several hours to detect all animals which may succumb to halothane during the extended periods of anesthesia required for certain operative procedures. MH inheritance

Syndrome de stress chez le porc et qualité de la viande

A.C. Murray

Plus que tous les autres animaux de boucherie, le porc est très sensible au stress; il peut en mourir subitement et donner une viande de mauvaise qualité. Certains individus ou lignées peuvent se montrer plus sensibles que d'autres sur ce plan, mais les tests actuels ne nous permettent pas d'identifier les porcs génétiquement prédisposés au stress ni ceux qui en souffrent. De plus amples recherches devraient être effectuées pour déterminer les facteurs métaboliques qui rendent la viande pâle, molle et aqueuse ou foncée, ferme et sèche. Présentement, la manière la plus efficace de réduire le nombre de morts subites chez les pourceaux et l'appauvrissement subséquent de la viande consiste à améliorer les conditions qui précèdent l'abattage, par exemple en raccourcissant la période de jeûne et en éliminant les causes de stress pendant le chargement, le transport et la manutention des animaux.

Une quantité considérable de ressources sont nécessaires pour maintenir la production efficace du porc canadien à son niveau actuel de qualité élevée. Deux phénomènes liés à des facteurs de stress—la mort subite et la production de viande de mauvaise qualité—coûtent toutefois à l'industrie du porc et, partant, aux consommateurs des millions de dollars chaque année.

Un facteur de stress peut se définir simplement comme toute condition du milieu qui nuit au bien-être de l'animal. Une telle condition peut être d'ordre climatique, nutritionnel, social ou peut survenir à la suite de mauvais traitement des animaux ou de la présence d'agents tels que des microorganismes, des virus, des toxines etc. L'organisme fait preuve de facultés d'adaptation remarquables de son métabolisme, face à ces facteurs de stress. Certains animaux s'adaptent toutefois moins facilement que d'autres; en un mot, ils sont plus sensibles au stress.

Un résultat de l'incapacité des porcs à s'ajuster de façon adéquate aux facteurs de stress est le syndrome de la mort subite ou syndrome de stress. Ce syndrome se caractérise par la manifestation de rigidité musculaire, la hausse rapide de la température du corps, l'augmentation du rythme cardiaque, l'hyperventilation et l'apparition de taches sur la peau, symptômes qui sont suivis généralement de la mort de l'animal. Ces symptômes sont identiques à ceux de l'hyperthermie maligne chez le porc, et bon nombre de personnes croient qu'il s'agit en fait de la même maladie. L'hyperthermie maligne survient durant l'administration de certains agents anesthésiques volatiles comme l'halothane. Les porcs qui meurent durant une anesthésie à l'halothane présentent une musculature pâle, molle et exsudative (viande PSE).

L'industrie du porc a maintenant recours à un test à l'halothane d'une durée d'environ cinq minutes (test

is not well understood. The short test indicates that it is a simple recessive trait while the long test shows it to be dominant. The nature and number of genetic defects leading to a positive halothane test have yet to be clarified.

The frequency of halothane reactors varies with the breed. Preliminary testing in other countries using the short halothane test indicates that the occurrence of reactors in the Belgian Landrace, German Pietrain and Dutch Pietrain breeds exceeds 85%, while that in the Yorkshire, Hampshire and Large White breeds is rare.

The incidence of swine deaths during transit to and at Canadian packing plants prior to slaughter average about 2 or 3 pigs per thousand slaughtered. This loss, however, may be much higher, depending on climatic conditions, pig management just before slaughter and the particular herd from which the pigs originate. Although a high proportion of these swine deaths is assumed to be due to PSS, there is no indication of what proportion can be avoided by removing reactors to halothane.

Another result of the failure to accommodate stress is the development of aberrant meat quality, manifest as pale, soft and exudative (PSE) or dark, firm and dry (DFD) musculature. PSE meat arises when more rapid than normal postmortem muscle metabolism causes an accelerated pH decline before the carcass has cooled substantially. This results in a marked decrease in water holding capac-

The failure of pigs to accommodate stress adequately can cause the porcine stress syndrome.

Le manque d'adaptation au stress chez les porcs peut causer le syndrome de stress.

court); la manifestation de la rigidité musculaire est signe d'une réaction positive à l'halothane. Si l'on prend les précautions nécessaires, la plupart des porcs réagissants peuvent se remettre du test, dont le but est d'éliminer des troupeaux de reproduction les animaux sensibles à l'hyperthermie maligne afin de réduire l'incidence du syndrome de stress chez le porc et peut-être même de diminuer la production de viande PSE. Ceux qui se servent du porc pour étudier l'hyperthermie maligne chez l'homme effectuent souvent un test à l'halothane d'une durée de plusieurs heures (test long), dans le but de déceler tous les animaux qui pourraient mourir à la suite de l'administration de l'halothane durant les opérations nécessitant de longues périodes d'anesthésie. L'hérédité de l'hyperthermie maligne n'est pas encore bien définie. Le test court donne à penser qu'il s'agit d'un simple caractère récessif, tandis que le test long suggère qu'il s'agit d'un caractère dominant. Il reste encore à déterminer la nature et le nombre des anomalies génétiques qui causent une réaction positive au test à l'halothane.

La fréquence des porcs réagissant au test à l'halothane varie selon les races. Des épreuves préliminaires effectuées dans d'autres pays à l'aide du test court indiquent que la fréquence des individus réagissants chez le Landrace belge, le Piétrain allemand et le Piétrain hollandais dépasse 85 %, alors qu'elle est rare chez les races Yorkshire, Hampshire et Large White.

Au Canada, la proportion d'animaux qui meurent durant le transport de même que dans les abattoirs est d'environ 2 à 3 par millier d'animaux abattus. Les pertes peuvent toutefois être beaucoup plus élevées selon les conditions climatiques, le mode de conduite des animaux juste avant l'abattage et le troupeau d'origine de l'animal. Bien qu'il semble qu'une forte proportion des morts soit attribuable au syndrome de stress chez le porc, rien n'indique dans quelle mesure on pourrait réduire cette proportion en éliminant les animaux réagissant à l'halothane.

Un autre résultat de l'incapacité des animaux à s'adapter au stress est la production de viande de qualité anormale, soit pâle, molle et exsudative (viande PSE) ou foncée, ferme et sèche (viande DFD). Il y a production de viande PSE lorsque le métabolisme post-mortem est plus rapide que la normale, entraînant une baisse rapide du pH avant que la carcasse n'ait pu se refroidir suffisamment. Cela se traduit par une diminution marquée de la capacité de rétention d'eau, donnant à la viande un aspect repoussant. La viande DFD est le résultat d'une baisse de pH plus lente que la normale, attribuable à un manque de glycogène au moment de l'abattage et se traduisant par une capacité de rétention d'eau supérieure à la normale. Les viandes PSE et DFD présentent toutes deux des propriétés émulsionnantes anormales, ainsi que des aptitudes non habituelles à la salaison.

À l'heure actuelle, il n'existe, à part l'évaluation par simple examen visuel, aucune méthode objective, rapide et sûre pour évaluer la qualité de la viande de porc. En effet, la détermination du pH ou l'évaluation de la couleur de la viande ne donnent pas de résultats satisfaisants. Le principal importateur de porc canadien boude la viande pâle. Cependant, dans bien des cas, il ne s'agit ni de viande PSE, ni d'un problème de qualité au sens propre du terme. Il est donc d'autant plus important d'établir un système bien défini d'évaluation de la qualité du porc.

On ne connaît pas bien le taux de fréquence des viandes PSE et DFD dans le circuit canadien des viandes. Au cours

ity and gives the meat an undesirable appearance. DFD meat has a less rapid than normal pH decline because of a depleted energy store (glycogen) at the time of slaughter, resulting in greater than normal water holding capacity. Both PSE and DFD meat have abnormal emulsifying properties and unusual curing characteristics.

To date, no rapid, reliable, objective method for evaluating pork quality is available to replace the simple visual apraisal. Color or pH measurements are inadequate. The major importer of Canadian pork discriminates against pale pork. Much of this pork is not, however, PSE and does not represent a quality problem in the strict sense. Thus a well-defined pork quality evaluation system is needed.

The incidence of PSE and DFD carcasses passing through Canadian meat industry channels has not been adequately measured. In a preliminary survey of more than 3700 carcasses sampled at three major packing plants, Agriculture Canada researchers from Lacombe, Alberta assigned subjective quality scores, based on meat color, firmness and surface moisture, to the largest loin muscle (longissimus dorsi or LD) and the largest ham muscle (semimembranosus or SM). The incidence of PSE meat (Table 1) ranged from 3 to 10% for the LD muscle and from 2 to 8% for the SM muscle, depending on the plant of origin.

Table 1. Incidence of pork quality problems in three major commercial packing plants in Canada

	Plant 1		Plant 2		Plant 3	
Muscles Assessed	PSE	DFD	PSE	DFD	PSE	DFD
			percent			
Longissimus dorsi (LD)	6	21	10	25	3	35
Semimembranosus (SM)	4	11	8	26	2	43
LD and SM	2	9	5	18	1	29
LD or SM	8	23	12	33	3	49
Number of carcasses assessed	1247		1235		1301	

The incidence of DFD meat ranged from 21 to 35% for the LD muscle and from 11 to 43% for the SM muscle. At least one of the two muscles was PSE In 3-12% and DFD in 23-49% of the carcasses. Both PSE-prone and normal pigs will tend to produce DFD meat if their glycogen reserves are lowered through stress or lack of feed for a considerable period before slaughter (or both). Therefore, with such a high incidence of DFD meat the incidence of PSE-prone pigs will probably be underestimated.

Current approaches to reducing the incidence of PSS deaths and PSE meat include halothane testing, quality testing and improving preslaughter management.

Although the short halothane test is easy to apply and does identify pigs which have a higher than normal probability of succumbing to PSS and producing PSE meat, it may not detect pigs which are themselves normal in reaction to halothane but genetically carriers of the condition. As such, the test would be relatively ineffective in a population in which the frequency of reactors is low, as it probably is in the Canadian population. Furthermore, the extent to which sudden deaths and meat quality problems in Canadian swine is clearly attributable to halothane sensitivity *per se* is not yet clearly known.

If meat quality is a major concern, then meat quality should be more clearly monitored, using a well-defined quality evaluation system which combines the best subjective or objective methods (or both). Although the relationships between PSS and the production of PSE musculative

d'une étude préliminaire portant sur plus de 3700 carcasses provenant de trois établissements d'emballage importants, les chercheurs de la Station fédérale de recherches de Lacombe (Alberta) ont évalué de façon subjective la qualité du muscle long dorsal (LD) et du *semimembranosus* (SM), en se basant sur la couleur, la fermeté et l'humidité en surface de la viande. Comme l'indique le tableau ci-dessous, la fréquence de la viande PSE variait de 3 à 10 % pour le muscle LD et de 2 à 8 % pour le muscle SM, selon l'établissement échantillonné.

Tableau 1. Fréquence d'apparition de troubles liés à la qualité de la viande de porc dans trois importants abattoirs au Canada

	Établissement 1		Établissement 2		Établissement 3	
Muscles évalués	PSE	DFD	PSE	DFD	PSE	DFD
			en pourcentage			
Longissimus dorsi (LD)	6	21	10	25	3	35
Semimembranosus (SM)	4	11	8	26	2	43
LD et SM	2	9	5	18	1	29
LD et SM	8	23	12	33	3	49
Nombre de carcasses évaluées	1247		1235		1301	

Pour sa part, la fréquence de la viande DFD variait de 21 à 35 % pour le muscle LD et de 11 à 43 % pour le muscle SM. Pour au moins un des deux muscles, on a décelé de la viande PSE dans 3 à 12 % des carcasses échantillonnées et de la viande DFD dans 23 à 49 % des cas. Les animaux normaux et ceux sujets à production de viande PSE auront tous deux tendance à produire de la viande DFD si leur réserve de glycogène est réduite à la suite d'un stress ou d'un jeûne excessif pendant une période prolongée avant l'abattage. Par conséquent, la fréquence de la viande DFD nous amène vraisemblablement à sous-estimer le nombre d'animaux sujets à la production de viande PSE.

Parmi les méthodes actuelles visant à réduire la fréquence d'apparition du syndrome de stress chez le porc et la production de viande PSE, notons: le test à l'halothane, l'évaluation de la qualité de la viande et l'amélioration de la conduite avant l'abattage.

Bien que l'épreuve courte à l'halothane soit facile à effectuer et permette d'identifier les porcs chez qui la probabilité de succomber au syndrome de stress et de produire de la viande PSE est supérieure à la normale, il ne permet pas nécessairement de déceler les porcs qui réagissent négativement au test à l'halothane mais qui portent le gène de cette anomalie. Le test serait donc relativement inefficace dans une population où la fréquence des animaux réagissant est faible, comme c'est probablement le cas dans les troupeaux canadiens. En outre, nous ne savons pas encore de façon précise dans quelle mesure le syndrome de stress et la production de viande de mauvaise qualité dans l'industrie du porc au Canada sont attribuables à la sensibilité à l'halothane.

Si la qualité de la viande est une de nos principales préoccupations, il faut s'efforcer de la contrôler de très près, en utilisant un système d'évaluation bien défini faisant appel aux meilleures méthodes subjectives ou objectives. Bien que la relation entre le syndrome de stress et la production de viande PSE ne soit pas encore clairement définie, il semble que la dévafeur attachée à la viande PSE permette d'en réduire la fréquence, de même que celle du syndrome de stress chez le porc. Le programme d'évaluation de la qualité de la viande dans le cadre du système de

are not yet clear, discrimination against PSE meat would tend to decrease the incidence of both PSE meat and PSS. However, quality testing as part of a grading system or for use in progeny testing at ROP (Record of Performance) test stations has not been instituted because of operational and other difficulties.

The simplest and most effective way to reduce the numbers of sudden deaths and meat quality problems is through improved preslaughter management. The incidence of DFD meat can be manipulated by altering the length of time off feed immediately prior to slaughter. Reduction in the amount of stress during loading and unloading, transit and holding and handling at packing plants will decrease death losses and the problem with PSE and DFD.

A well-defined solution to these stress-related problems will not be possible until the problems are better understood, and until researchers find the metabolic abnormalities which predispose to PSS the production of PSE or DFD meat and develop test procedures capable of distinguishing which pigs carry genetic information for producing such defects.

Dr. A.C. Murray is a meat biochemist at the Agriculture Canada Research Station, Lacombe, Alberta.

classement ou des épreuves de descendance aux stations de contrôle d'aptitudes n'a toutefois pas encore été mis en place, à cause de difficultés d'ordre opérationnel et autres.

La façon la plus simple et la plus efficace de réduire le nombre de morts subites et les problèmes liés à la qualité de la viande est d'améliorer les pratiques de conduite des bêtes avant l'abattage. On peut d'autre part réduire la fréquence de la viande DFD en modifiant la période du jeûne préalable à l'abattage. La diminution du stress dû au chargement, au déchargement, au transport et à la manipulation des animaux aux abattoirs permettra également de réduire les pertes, de même que la fréquence d'apparition de viandes PSE et DFD.

L'élaboration d'une solution bien définie aux problèmes liés aux facteurs de stress ne sera possible que lorsque nous connaîtrons mieux le problème; les chercheurs doivent chercher à élucider les anomalies métaboliques qui prédisposent au syndrome de stress ou à la production de viande PSE ou DFD; ils doivent également mettre au point des tests qui permettront d'identifier les porcs qui sont porteurs des gènes responsables de la production de tels syndromes.

M. A.C. Murray est biochimiste des viandes à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Lacombe (Alb.).

An improved management program for the peach twig borer

F.L. Banham

Fruit growers can now use sex pheromone traps to monitor and determine the need for control treatments for the peach twig borer in pest management projects. Comparisons with conventional recommendations for treatment indicate that significant reduction in the number of treatments to achieve comparable results is possible.

The results of recent research at the Agriculture Canada, Summerland Research Station with artificial sex pheromones of the peach twig borer have provided fruit growers with a new and efficient method of determining the need for and the proper timing of summer sprays to control this pest in stone-fruit plantings. Larvae of the peach twig borer cause damage by feeding in the leaf buds, terminal twig growth and fruit of apricot, peach, nectarine and occasionally prune and plum. The fruit is most severely damaged. Control of this major stone-fruit pest is difficult and expensive because of the larvae's feeding habit. They tunnel into the buds, twigs and fruit soon after hatching, thus avoiding surface pesticide deposits. Also, there are up to three broods of moths a year and because of their strong flight capability, reinfestation of controlled areas can result.

In experiments carried out in 1978 and 1979, we determined peach twig borer moth population levels based on

Amélioration du programme de lutte antiparasitaire contre la petite mineuse du pêcher

F.L. Banham

Les arboriculteurs fruitiers peuvent maintenant se servir des phéromones sexuelles comme pièges pour contrôler l'incidence de la petite mineuse du pêcher et déterminer les moyens de lutte à prendre dans le cadre des projets de lutte contre les parasites. Par rapport aux autres méthodes conventionnelles de traitement contre ce parasite, celle-ci permet de réduire sensiblement le nombre des traitements tout en parvenant à des résultats comparables.

Les résultats des récents travaux effectués à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Summerland (C.-B.) sur les phéromones sexuelles artificielles de la petite mineuse du pêcher ont fourni aux arboriculteurs une méthode nouvelle et efficace pour déterminer le besoin et la synchronisation des pulvérisations estivales contre ce ravageur dans les plantations d'arbres à noyau. Les larves de la mineuse causent des dégâts en se nourrissant des bourgeons foliaires, de la pousse terminale des ramilles et des fruits de l'abricotier, du pêcher, du nectarinier et, occasionnellement, du prunier à pruneaux et du prunier. Ce sont les fruits qui subissent les plus lourds dégâts. La lutte contre cet important ravageur est difficile et onéreuse à cause des habitudes d'alimentation des larves. Elles creusent un tunnel dans les bourgeons, les ramilles et les fruits

Figure 1. Peach twig borer larval feeding injury on maturing peaches.

Photo 1. Dégâts de nutrition par les larves de la petite mineuse du pêcher sur des pêches mûrissantes.

male moth captures in sex pheromone traps deployed at one trap per hectare. We calculated economic loss caused by larval feeding damage from samples of harvested fruit. To prevent peach twig borer damage to fruit at harvest of more than 0.5%, control measures are required if catches in sex pheromone traps attain or exceed two moths per trap a week for first brood moths from early June to early July, and five moths per trap a week for second brood moths from mid-July to mid-August. In addition, we obtained experimental data indicating that the optimum timing of control treatments to prevent larval injury to fruit is 10 to 14 days after attaining the critical trap capture level.

In the past, conventional control recommendations have required insecticide applications directed against overwintered larvae of the peach twig borer on peaches at the pink and petal-fall stages, plus one or two cover sprays directed against moths and larvae of the first and second broods in June and July. The timing of the latter was largely based upon grower experience. With the use of sex pheromone traps the early season pink and petal-fall sprays may be omitted, except in cases where high infestation levels occurred during the previous year. The use of the sex pheromone traps ensures the most efficient timing of the sprays against the moths and young larvae of the first and second broods, thus increasing control effectiveness. Also, unnecessary spraying may be avoided when the

Figure 2. Terminal twig flagging injury caused by peach twig borer larval feeding inside the developing tip growth.

Photo 2. Dégâts dits de la «pousse en drapeau» causés par les larves de la petite mineuse du pêcher se nourrissant à l'intérieur de la pousse terminale en développement.

peu après l'éclosion, ce qui leur permet d'éviter les dépôts superficiels d'antiparasitaires. Le ravageur produit également jusqu'à trois générations d'adultes par année et leur forte capacité de vol peut entraîner une réinfestation des régions faisant l'objet d'une lutte antiparasitaire.

Au cours des expériences de 1978 à 1979, la densité de population des adultes et les seuils économiques des dégâts ont été déterminés respectivement par les captures de papillons mâles dans des pièges à phéromones sexuelles répartis à raison d'un piège à l'hectare et par les dégâts de nutrition des larves rencontrés dans les échantillons de fruits récoltés. Pour prévenir une fréquence de dégâts supérieure à 0,5 % dans les fruits à la récolte, il faut recourir à des moyens de lutte antiparasitaire si les captures atteignent ou dépassent deux papillons par piège par semaine pour la première génération d'adultes du début juin au début juillet, et cinq papillons par piège par semaine pour les adultes de la seconde génération de la mi-juillet à la mi-août. En outre, les données expérimentales obtenues révèlent que la synchronisation optimale des traitements antiparasitaires visant à prévenir les dégâts larvaires aux fruits est de 10 à 14 jours après que le seuil critique de capture a été atteint.

Dans le passé, les recommandations classiques de lutte antiparasitaire exigeaient des applications d'insecticides contre les larves hivernées de petite mineuse aux stades du bouton rose et de la chute des pétales, en plus d'une à deux pulvérisations de couverture contre les papillons et les larves de première et deuxième générations en juin et en juillet. La synchronisation de ces dernières pulvérisations était largement tributaire de l'expérience de l'arboriculteur. Grâce à l'utilisation d'attractifs sexuels, il est désormais possible d'omettre les pulvérisations de début saison (bouton rose et chute des pétales), sauf dans les cas d'infestation grave survenue l'année précédente. L'utilisation des pièges sexuels assure une meilleure synchronisation des pulvérisations contre les papillons et les jeunes larves des première et deuxième générations, augmentant ainsi l'efficacité des moyens de lutte. En outre, il est possible d'éviter les pulvérisations inutiles lorsque les captures indiquent que les seuils critiques de densité de population des papillons mâles ne sont pas atteints.

Dans certaines circonstances, les captures de papillons peuvent demeurer élevées suite à un traitement antiparasitaire. C'est là un indice d'une mauvaise application possible du traitement ou de la présence d'une source extérieure de réinfestation. L'installation de pièges additionnels en bordure des plantations étudiées ou dans des

sex pheromone traps indicate that critical catch levels of male moths are not being exceeded.

In some instances the number of moths caught in traps may remain high after a control treatment. This indicates that the treatment may have been faulty or that reinfestation is occurring from an outside source. Placing additional traps around the border of a monitored planting or in adjoining stone-fruit plantings can help locate the reinfestation's source. In areas with many small plantings of peaches, apricots and nectarines, sex pheromone traps will be most efficient if all neighboring growers organize an area control zone so that reinfestation from poorly controlled plantings does not occur.

In 1980, peach twig borer sex pheromone traps were used to monitor and determine the need for control treatments in a 23-ha peach and apricot pest management project near Osoyoos, British Columbia. The area included 19 separate blocks of apricot and peach orchards. Records of peach twig borer injury to fruit at harvest in 1978 and 1979 were available for most of the blocks. In 1979, peach twig borer infestations in a 7-ha core area comprising six blocks had been suppressed to very low levels by a prior experiment. Infestation in the 16-ha border zone comprised of 13 separate plantings was excellent to poor because of differences in grower practices in 1979. In 1980, based upon the use of peach twig borer sex pheromone traps, six orchards in the core area were treated for peach twig borer control during the first brood flight period in June and two of the six during the second brood flight period in late July. In the 16-ha border zone, 5 of the 13 blocks required treatment during the first brood and 10 during the second. In comparison, conventional recommendations would have resulted in all of the blocks receiving at least three treatments. At harvest in 1980, the peach twig borer had damaged no fruit in five of the core area orchards. The sixth had only 0.04% damaged fruit. In the border zone, eight orchards were surveyed for fruit damage: five had no damage, two had 0.2% and one had 1.3 to 4.0%. In 1978, peach twig borer damage in these border zone orchards ranged from 0 to 80% and in 1979 from 0 to 57%.

Mr. Banham is an entomologist with the Agriculture Canada Research Station, Summerland, British Columbia.

plantations voisines d'arbres à noyau peut être utile pour localiser la source de la réinfestation. Dans les régions farcies de petites plantations de pêchers, d'abricotiers et de nectariniers, l'utilisation de pièges sexuels sera des plus efficaces si tous les arboriculteurs des alentours se donnent la main pour empêcher la réinfestation en provenance des plantations mal conduites.

En 1980, des attractifs sexuels contre la petite mineuse du pêcher ont été utilisés pour étudier et déterminer le besoin de traitements antiparasitaires dans le cadre d'un projet de lutte raisonnée dans un verger de pêchers et d'abricotiers de 23 ha près d'Osoyoos (C.-B.). L'emplacement comprenait 19 blocs séparés de vergers d'abricotiers et de pêchers. Les relevés des dégâts causés par le ravageur aux fruits au moment de la récolte en 1978 et 1979 étaient disponibles pour la plupart des blocs. En 1979, les infestations sur une superficie cible de 7 ha comprenant six blocs ont été réduites à de très faibles niveaux grâce à une expérience antérieure. Les résultats obtenus dans la zone tampon de 16 ha composée de 13 plantations séparées ont été d'excellents à médiocres en raison de la variabilité des pratiques utilisées par les arboriculteurs en 1979. En 1980, d'après l'utilisation des pièges sexuels contre la petite mineuse du pêcher, six vergers de la zone cible ont été traités contre le ravageur au cours de la période d'envol de la première génération en juin et deux vergers sur six l'ont été au cours de la période d'envol de la seconde génération à la fin juillet. Dans la zone tampon de 16 ha, 5 des 13 blocs ont nécessité un traitement au cours de la première génération et 10, au cours de la deuxième. Par comparaison, les recommandations classiques auraient entraîné l'application d'au moins trois traitements dans tous les blocs. Au moment de la récolte en 1980, cinq des vergers de la zone cible n'ont manifesté aucun dégât aux fruits, et le sixième n'a révélé que 0,04 % de dégâts. Dans la zone tampon, huit vergers ont été étudiés pour la fréquence des dégâts aux fruits et les résultats révèlent que cinq ont une fréquence nulle, deux ont 0,2 % et un affiche 1,3 à 4,0 %. En 1978 et 1979, les dégâts causés par la petite mineuse du pêcher dans ces vergers de la zone tampon ont varié de 0 à 80 et de 0 à 57 % respectivement.

M. Banham est un entomologiste à Station de recherches d'Agriculture Canada à Summerland (C.-B.).

Orchard nutrition in the Okanagan Valley

G.H. Neilsen

New research in the Okanagan Valley, using detailed investigations of soil-plant relationships under irrigated orchard conditions, is improving our understanding of fruit tree nutrients.

The Okanagan Valley region of southern British Columbia, as well as being renowned for its scenic beauty, is one of Canada's major regions for growing tree fruit. Most of

Nutrition des arbres fruitiers de la vallée de l'Okanagan

G.H. Neilsen

Dans la vallée de l'Okanagan (C.-B.), de nouvelles recherches sont en cours afin d'améliorer notre connaissance des éléments nutritifs des arbres fruitiers par des travaux détaillés sur les rapports sol-plante dans les vergers irrigués.

Réputée pour la beauté de ses paysages, la vallée de l'Okanagan dans le Sud-Ouest de la Colombie-Britannique est

Table 1. Numbers of leaves surveyed and found deficient in various nutrients as measured at the Summerland Research Station, since 1967, from routine surveys of McIntosh, Red Delicious and Spartan apples

Nutrient	Survey Samples	Number of Deficient Samples[a]
N	363	44
Mg	363	157
Zn	363	180
B	96	0
Ca	363	3
K	363	2
P	133	0
Mn	363	0
Fe	363	8
Cu, S	limited samples	0

[a] According to the leaf standards published in the *B.C. Production Guide*.

Tableau 1. Nombre de feuilles trouvées carencées en divers éléments nutritifs au cours de relevés de routine conduits depuis 1967 sur les pommes McIntosh, Red Delicious et Spartan, Station de recherches de Summerland

Éléments nutritifs	Échantillons	Nombre d'échantillons carencés
N	363	44
Mg	363	157
Zn	363	180
B	96	0
Ca	363	3
K	363	2
P	133	0
Mn	363	0
Fe	363	8
Cu, S	Nombre limité d'échantillons[a]	0

[a] D'après les normes de concentration foliaire publiées dans le guide de production de la Colombie-Britanique.

British Columbia's average annual production of 180 mil. kg of tree fruit is produced within the valley. Apple production is dominant, averaging 143.5 mil. kg/yr (1975-79). Pears (17.8 mil. kg/yr), sweet cherries (6.9 mil. kg/yr), peaches (5.2 mil. kg/yr), apricots, plums, prunes and sour cherries are also grown.

New research is underway in the Okanagan Valley to improve understanding of tree fruit nutrition using detailed investigations of soil-plant relationships under irrigated orchard conditions. In the past, orchard soil study has often been neglected in favor of studying the plant, possibly because of the large size and long-lived nature of most fruit trees. Although such neglect has left open a wide area for productive research, it has also left unsolved many problems for local orchardists. For example, the solution of such common local problems as inappropriate rootstock selection, poor growth of trees replanted on old orchard soils, poor fruit quality and acidification of orchard soils will all be clarified by improved understanding of the nature of the orchard soil plant system.

Historically, leaf analysis has been the method most often used to assess orchard nutrition. Leaf samples in British Columbia are collected in July from mid-terminal leaves from new year's extension growth at 45-60 degrees from the horizontal. Much data have been compiled throughout the years from leaf surveys at the Summerland Research Station. Results since 1967 from Red Delicious, Spartan and McIntosh—the major apple varieties in the Okanagan—indicate the present, general nutritional status of most of the apple crop (Table 1). Apple tree N, Mg and Zn are most often low with the most common deficiencies in Zn and Mg (Figures 2 and 3). Limited B surveys have indicated few deficient leaf samples, although it is generally acknowledged that B nutritional problems more frequently occur in fruit than in leaves. Leaf Ca deficiency is not common, although, like B, fruit levels can be much more critical. Low leaf P and K are not common in the Okanagan. Occassional Fe and Mn deficiencies have been associated with soils of high pH and high salt content. Leaf analysis for Cu or S has been too limited to permit generalizations.

Fruit nutrient concentrations have been studied less often than leaf nutrient content, even though direct links have been established between fruit Ca content and fruit quality. Apples with low flesh Ca often have poor keeping quality compared with those with high flesh Ca. In the

une des principales régions fruitières du Canada. Le gros de la production de fruits de verger de la province, qui se situe en moyenne à 180 millions de kg par an, provient de la vallée. La pomme vient en tête avec une moyenne de 143,5 millions de kg par année (1975 à 1979). Les poires (17,8 millions de kg par année), les cerises douces (6,9 millions), les pêches (5,2 millions), les abricots, les prunes, les prunes à pruneaux et les cerises sures y sont aussi cultivées.

Dans la vallée de l'Okanagan, de nouvelles recherches sont en cours afin d'améliorer notre compréhension de la nutrition des fruits de verger par des travaux détaillés sur les rapports sol-plante dans les vergers irrigués. Par le passé, l'étude des sols a souvent été négligée en faveur de l'étude des plantes, sans doute à cause de la grande taille et de la longévité de la plupart des arbres fruitiers. Si cette attitude laisse la voie ouverte à des recherches productives, il demeure que maints problèmes des fruiticulteurs locaux restent sans réponse. Certains problèmes courants comme le choix inapproprié des porte-greffes, la médiocre croissance des arbres transplantés sur les sols de vieux vergers, la mauvaise qualité des fruits et l'acidification des sols ne trouveront de solutions que lorsque l'on comprendra mieux la nature du système sol-plant.

Depuis des années, l'analyse foliaire est la méthode la plus usitée pour évaluer l'état de nutrition des arbres fruitiers. En Colombie-Britannique, les échantillons de feuilles sont prélevés en juillet sur les feuilles médianes des pousses de l'année formant un angle de 45 à 60 degrés avec l'horizontale. Beaucoup de données ont aussi été compilées au cours des années à la Station de recherches de Summerland. Les résultats obtenus depuis 1967 sur la Red Delicious, la Spartan et la McIntosh—les principales variétés de pommes de l'Okanagan—sont un indice de la situation nutritive générale actuelle dans la plupart des vergers (Tableau 1). Les concentrations de N, de Mg et de Zn des pommiers sont habituellement basses et les carences en zinc et en magnésium sont les plus communes (Figures 2 et 3). Des enquêtes limitées d'échantillons de feuilles n'ont révélé que peu de carences en B, quoiqu'il soit généralement reconnu que les troubles de nutrition liés au B se retrouvent plus souvent dans les fruits que dans les feuilles. De même, les feuilles révèlent peu de carences

Figure 1. Aerial view of the Summerland Research Station in the midst of the Okanagan valley's fruit growing area.

Figure 1. Vue aérienne de la Station de recherches de Summerland au coeur de l'Okanagan.

Figure 2. Zn deficiency on Delicious apple leaves, second-year wood, mid-July.

Figure 2. Signes de carence en Zn sur des feuilles de pommiers Delicious, bois de deuxième année.

Figure 3. Mg deficiency on McIntosh apple leaves, late August.

Figure 3. Signes de carence magnésienne sur feuilles de McIntosh, fin août.

Okanagan, a post-harvest $CaCl_2$ dip for Spartan apples improves its long-term storage quality. Research continues to increase fruit Ca uptake through foliar and direct trunk injection of Ca. Factors affecting fruit mineral accumulation are also being investigated.

The major fruit growing soils of the Okanagan are coarse to medium textured and frequently deficient in N and B. Orchardists, therefore, must often make annual fertilizer applications of N and B. Since approximately four-fifths of major orchard soils have either a sandy loam or a loamy sand texture, nutrient leaching under the nec-

en Ca, quoique là aussi le fruit peut révéler des valeurs beaucoup plus critiques. Les concentrations de P et de K sont rarement basses dans l'Okanagan. On a observé des déficiences occasionnelles en Fe et en Mn dans des sols à pH élevé et à haute teneur en sels. L'analyse foliaire à l'égard de Cu et de S a été trop restreinte pour permettre des généralisations.

La concentration en éléments nutritifs des fruits a été moins étudiée que celle des feuilles, bien qu'on ait pu établir des liens directs entre la teneur en calcium des fruits et leur qualité. Les pommes dont la chair contient peu de calcium se conservent difficilement par rapport à celles dont la teneur en calcium est élevée. Dans l'Okanagan, les pommes Spartan sont trempées dans une solution de $CaCF_2$ après la récolte, ce qui améliore leur conservabilité à long terme. On cherche à améliorer l'absorption de calcium par les fruits grâce à des pulvérisations foliaires et l'injection directe de calcium dans le tronc. Les facteurs influant sur l'accumulation minérale dans les fruits sont aussi à l'étude.

Les principaux sols à verger de l'Okanagan ont une texture variant de grossière à moyenne et sont fréquemment carencés en N et en B; ils requièrent donc souvent les apports annuels de ces deux éléments. Comme environ les quatre cinquièmes des principaux sols à verger sont des loams sableux ou des sables loameux, le lessivage des éléments nutritifs sous irrigation peut être intense. Les recherches sur les moyens d'améliorer l'absorption par les plantes et de diminuer le lessivage de l'azote et du bore doivent se poursuivre. Durant l'été de 1979, un plan d'échantillonnage détaillé a été entrepris dans 96 vergers situés entre Osoyoos et Vernon et a confirmé la baisse générale du pH des sols associée à une fumure azotée abondante et à l'irrigation (Figure 4). Si l'on compare ces valeurs avec celles mesurées lors d'un relevé similaire réalisé entre 1937 et 1945, il ressort que les valeurs de pH supérieures à 7,0 sont moins fréquentes et celles inférieures à 5,5 sont beaucoup plus nombreuses. Les changements chimiques associés à cette chute du pH se réflètent dans la nutrition de la pomme, notamment par la hausse du manganèse et la baisse du calcium des feuilles observées en 1980 sur des pommiers de la variété Starkrimson Red Delicous âgés de 10 à 15 ans (Tableau 2). Une étude des sols réalisée en 1979 montre que la quantité de potassium échangeable dans les sols est d'en moyenne 508 kg/ha pour les 96 emplacements. Compte tenu de ces valeurs élevées et de la possibilité d'interférence du K avec l'accumulation de calcium dans les fruits, l'utilité de la fertilisation potassique dans l'Okanagan est sujette à caution.

En revanche, la quantité de magnésium échangeable était généralement basse par rapport aux autres cations, totalisant moins de 20 % des bases échangeables dans 70 emplacements sur 96. En 1979 et 1980, un bon rapport existait entre la teneur en magnésium des feuilles médianes sur la variété McIntosh conduite sur porte-greffe M2 et la teneur du sol en magnésium exprimée en pourcentage des bases échangeables (Figure 5), ce qui laisse supposer la sensibilité de la McIntosh à la concentration magnésienne du sol. Les arboriculteurs pratiquant le chaulage pour relever le pH des sols devraient y aller avec prudence afin de ne pas accroître excessivement le rapport calcium/magnésium.

En conclusion, une étude détaillée du système sol-plante dans les vergers a déjà amélioré nos connaissances de la nutrition des arbres fruitiers, en plus de dégager

Table 2. Average mid-July, mid-terminal leaf Ca and Mn content as measured in 1980 plots of Starkrimson in orchards with low, medium or high soil pH.

Soil pH	Orchards	Mean leaf nutrient content	
		Ca	Mn
	no.	%	µg/g
Low (<5.0)	4	1.47	78
Medium (5.0–6.5)	3	1.67	38
High (6.5–7.3)	3	1.95	50

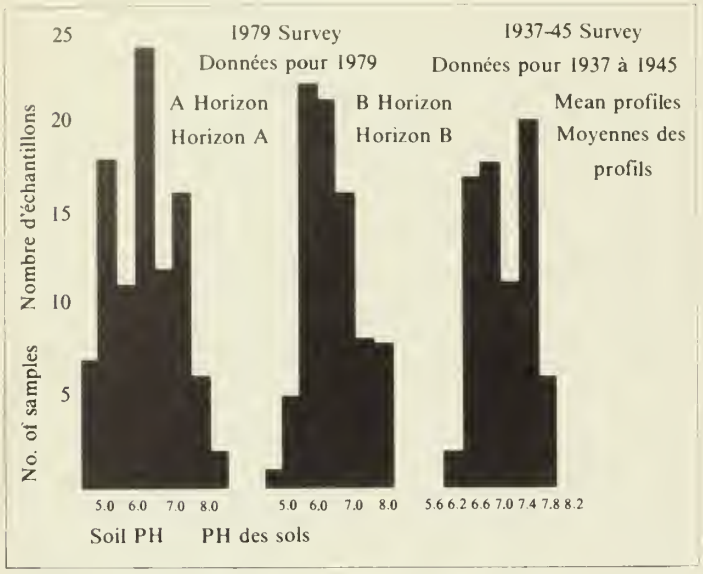


Figure 4. Comparison of soil numbers with different pH, as surveyed in 1979 and 1937-45.

Figure 4. Comparaison du pH des sols en 1979 par rapport à la période 1937-1945.

essary irrigation can be intense. Research must continue on methods to improve plant uptake and minimize N and B leaching. Detailed soil sampling at 96 orchard sites from Osoyoos to Vernon in the summer of 1979 confirmed the general decline in soil pH which has been associated with heavy N fertilization and irrigation (Figure 4). When comparisons are made with soil pH measurements from similar surveys conducted in 1937-45, the 1979 data indicated fewer soil pH values above 7.0 and many more below 5.5. Soil chemical changes associated with pH decline are reflected in apple nutrition as indicated by increased leaf Mn and decreased leaf Ca measured for 10-15 year old Starkrimson Red Delicious orchards in 1980 (Table 2). The 1979 soil survey found exchangeable soil K to average 508 kg K/ha for the 96 sites. With such high soil K levels and the possibility of interference with fruit Ca accumulation, K fertilization in the Okanagan must be considered of dubious merit. In contrast, exchangeable Mg was generally low relative to other base cations, comprising less than 20% exchangeable bases in 70 of the 96 sites. A good relationship was found in both 1979 and 1980 between mid-terminal leaf Mg for McIntosh on M2 rootstock and soil Mg expressed as a percentage of exchangeable bases (Figure 5). This implies a McIntosh sensitivity to soil Mg levels. Orchardists liming in Okanagan orchards to rectify low soil pH should be cautious of excessive increases in soil Ca/Mg ratios.

In conclusion, detailed investigation of the orchard soil-plant system has already improved understanding of or-

Tableau 2. Valeur moyenne en calcium et en manganèse, à la mi-juillet, 1980 des feuilles mi-rameaux telle que mesurée dans des parcelles de pommiers Starkrimson de pH bas, moyen et élevé

pH du sol	Vergers	Teneur moyenne des feuilles en éléments nutritifs	
		Ca	Mn
	Nombre	%	Mg/g
Bas (<5,0)	4	1,47	78
Moyen (5.0-6.5)	3	1,67	38
Élevé (6.5-7.3)	3	1,95	50

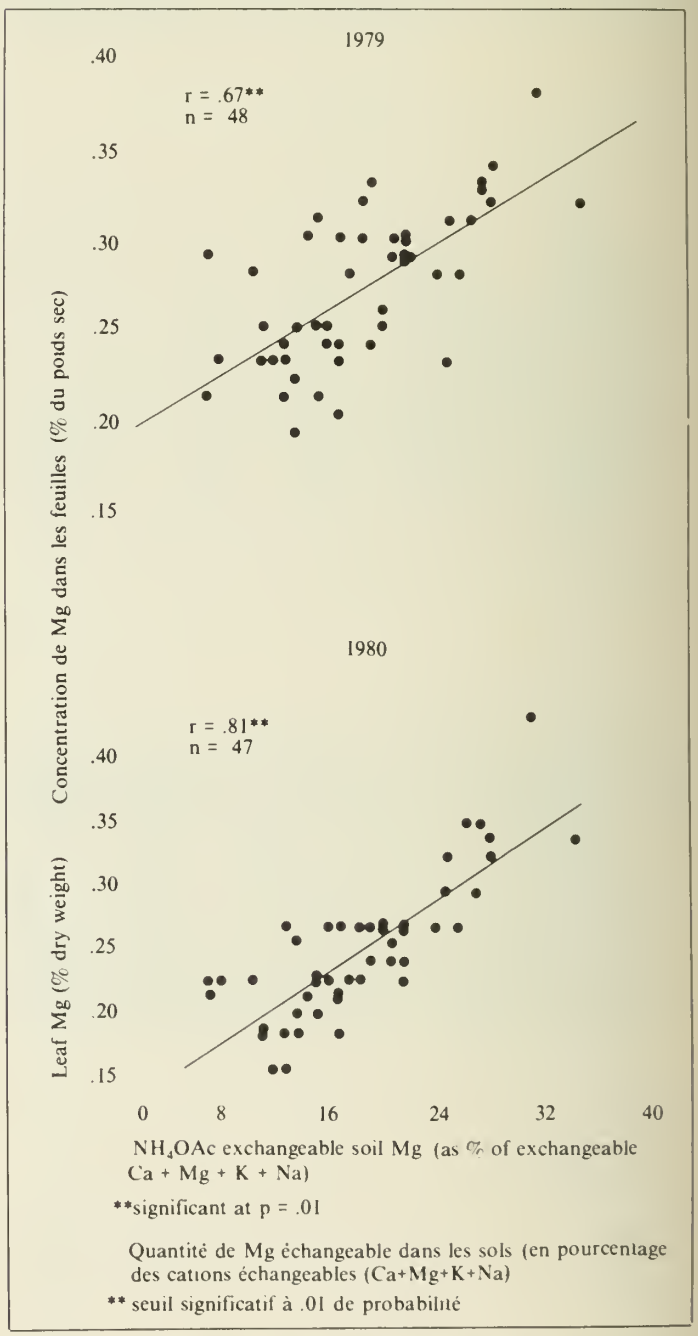


Figure 5. Relationship found between leaf Mg and exchangeable soil Mg expressed as a percentage of exchangeable bases for McIntosh apple trees in 1979 and 1980.

Figure 5. Relation entre la teneur en magnésium des feuilles et le magnésium échangeable du sol exprimée en pourcentage des bases échangeables sur les arbres McIntosh, en 1979 et 1980.

chard nutrition in addition to identifying several areas requiring further research. Furthermore, the development of research for these local problems will inevitably contribute to understanding some of today's important research problems, including nutrient uptake at the root-soil interface, soil degradation resulting from acidification and nutrient leaching and the dependence of fruit quality on mineral nutrition.

Dr. G.H. Neilsen is a research scientist in soil fertility and plant nutrition at the Agriculture Canada Summerland Research Station, Summerland, British Columbia.

plusieurs domaines demandant des recherches plus poussées. La poursuite de recherches sur ces problèmes d'ordre local contribuera aussi inévitablement à la compréhension de quelques-uns des problèmes d'actualité les plus importants dont l'absorption des éléments nutritifs à l'interface racine-sol, la dégradation du sol par acidification et par lessivage des éléments nutritifs et le lien entre la qualité des fruits et la nutrition minérale.

Dr. G.H. Neilson est un chercheur spécialisé dans la fertilité des sols et la nutrition des plantes, en poste à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Summerland (C.-B.).

Earliness in sunflowers . . . How important is it in the Canadian Prairies?

Walter Dedio

Most of the sunflower hybrids growing in western Canada take too long to mature. Researchers at the Morden Research Station showed how yield, as well as oil content and quality, can increase with early maturing varieties. In the Morden breeding program are several promising hybrids which have a high oil content and mature a week earlier than most U.S. hybrids currently in use. More research, however, is needed before growers can use them.

The confinement of sunflower cultivation to the Red River Valley in southern Manitoba is largely due to the long maturity requirements of the commercially available hybrids. Most of the hybrids presently grown in Canada were developed in North Dakota and require about 120 days to mature. In Saskatchewan and outside the traditional sunflower growing area of Manitoba, they need an additional 10 to 20 days. The long maturity requirements often necessitate harvesting late in the fall, sometimes in the snow.

To determine the importance of growing earlier maturing hybrids, researchers at Agriculture Canada's Morden research station conducted experiments in which three sunflower varieties with a one-week range in maturity requirements were planted at different intervals from early May to June 20. The latest maturing hybrid was 894, a popular U.S. hybrid widely grown in Manitoba. The early maturing varieties used were Saturn and the experimental hybrid CM 338 × CM 447, while CMH 101 was the intermediate hybrid used. In 2 years of testing (1979 and 1980), hybrid 894 generally outyielded the other varieties when planted in May (Table 1), but the advantage swung over to the earlier varieties when planted after June 5. In 1980, heavy winds in August caused considerable lodging, with more damage in the later maturing hybrid 894. More lodging also appeared in the later planted crop, presumably because of the high water level in the immature plants. The mean yield reduction was 38% in the late hybrid 894,

La précocité du tournesol. . . son importance pour les Prairies canadiennes

Walter Dedio

La période de maturation de la plupart des hybrides du tournesol cultivés dans l'Ouest canadien est beaucoup trop longue. Les chercheurs de la Station de recherches de Morden ont démontré comment on peut améliorer le rendement, de même que la teneur en huile et sa qualité en cultivant des variétés précoces. Plusieurs hybrides prometteurs sont présentement développés dans le cadre du programme de sélection de Morden. Ils se caractérisent par une forte teneur en huile et atteignent la maturation au moins une semaine plus tôt que la plupart des hybrides américains. Par contre, d'autres essais de performance sont nécessaires avant qu'ils ne soient accessibles au producteur.

La concentration de la culture du tournesol dans la vallée de la rivière Rouge, dans le Sud du Manitoba, est largement attribuable aux besoins de maturation prolongée des hybrides disponibles dans le commerce. La plupart des hybrides actuellement cultivés au Canada ont été créés au Dakota du Nord et nécessitent environ 120 jours pour parvenir à maturité. En Saskatchewan et à l'extérieur de la région normale de production du tournesol au Manitoba, il faut compter 10 à 20 jours additionnels. Les besoins de maturation prolongée obligent souvent à récolter tard l'automne, parfois dans la neige.

Pour déterminer l'importance de la culture d'hybrides précoces, la Station de recherches d'Agriculture Canada à Morden a effectué des expériences sur trois variétés de tournesol affichant un écart d'une semaine dans leurs besoins de maturation en les semant à divers intervalles du début mai au 20 juin. L'hybride le plus tardif a été 894, hybride américain couramment utilisé et largement cultivé au Manitoba. Les variétés précoces utilisées ont été Saturn et l'hybride expérimental CM 338 × CM 447, alors que CMH 101 était l'hybride intermédiaire. Au cours des 2 années d'essais (1979 et 1980), l'hybride 894 a généralement surpassé les autres variétés suite à un semis en mai (Tableau 1), mais ce sont les variétés précoces qui l'ont

Table 1. Effect of seeding date on sunflower yield and oil content

Seeding date	894		CMH 101		CM 338 × 447	
	Yield	Oil	Yield	Oil	Yield	Oil
1979	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
May 25	4162	48.3	3741	49.7	3647	47.9
May 31	3665	47.1	3080	47.8	3287	47.0
June 6	3532	47.5	3491	48.8	3392	46.1
June 12	2912	45.8	3258	48.5	3090	45.2
June 18	2593	44.5	2677	47.1	2663	45.7
1980	894		CM 101		Saturn	
May 5	2783	44.3	2668	46.1	2413	45.0
May 14	2582	43.4	3037	46.6	2621	44.5
May 23	2279	43.6	2562	46.4	2513	44.9
June 2	1745	42.7	2121	46.1	2468	45.4
June 11	1020	40.3	1816	44.5	1958	43.8
June 19	828	40.8	1257	41.5	944	39.5

Tableau 1. Effet de la date du semis sur le rendement et la teneur en huile du tournesol

Date du semis	894		CMH 101		CM 338 × 447	
	Rendement	Huile	Rendement	Huile	Rendement	Huile
1979	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
25 mai	4162	48,3	3741	49,7	3647	47,9
31 mai	3665	47,1	3080	47,8	3287	47,0
6 juin	3532	47,5	3491	48,8	3392	46,1
12 juin	2912	45,8	3258	48,5	3090	45,2
18 juin	2593	44,5	2677	47,1	2663	45,7
1980	894		CM 101		Saturn	
5 mai	2783	44,3	2668	46,1	2413	45,0
14 mai	2582	43,4	3037	46,6	2621	44,5
23 mai	2279	43,6	2562	46,4	2513	44,9
2 juin	1745	42,7	2121	46,1	2468	45,4
11 juin	1020	40,3	1816	44,5	1958	43,8
19 juin	828	40,8	1257	41,5	944	39,5

Table 2. Comparison of oil content and quality in early and late maturing hybrids when harvested at different dates (planted May 28, 1980)

Date harvested	Early	Late
	Oil Content (%)	
September 2	39.9	33.1
September 8	45.2	42.9
September 15	45.5	46.8
September 22	45.8	46.9
September 29	44.8	46.5
	Linoleic Acid (%)	
September 2	69.0	64.8
September 8	69.5	64.6
September 15	73.0	72.1
September 22	73.3	74.1
September 29	73.5	74.9

Tableau 2. Comparaison de la teneur en huile et de sa qualité entre des hybrides précoces et tardifs récoltés à diverses dates (semis le 28 mai 1980)

Date de la récolte	Variétés précoces	Variétés tardives
	Teneur en huile (%)	
2 septembre	39,9	33,1
8 septembre	45,2	42,9
15 septembre	45,5	46,8
22 septembre	45,8	46,9
29 septembre	44,8	46,5
	Acide linoléïque (%)	
2 septembre	69,0	64,8
8 septembre	69,5	64,6
15 septembre	73,0	72,1
22 septembre	73,3	74,1
29 septembre	73,5	74,9

as planting was delayed until June, whereas in the early varieties, Saturn and CM 338 × CM 447, the yield reduction was 20%.

Besides having an effect on yield, oil quantity and quality were affected when the crop was harvested prematurely. Occurring with the drop in yield was a corresponding drop in oil content. The oil content reduction started with June plantings for the 894 hybrid but occurred in the mid-June planting with the earlier maturing hybrids.

The effect of premature harvesting on oil content and quality was quite pronounced when we compared four early and four late maturing varieties at different harvesting dates (Table 2). The early group consisted of two experimental hybrids from the Morden program—the open-pollinated variety Saturn and a U.S. hybrid. The late group were all U.S. hybrids and the difference in maturity requirements between the two groups was about one week. The earlier maturing varieties reached their oil potential a week earlier than the late hybrids. Oil synthesis apparently occurs at a high rate prior to physiological maturity when synthesis stops abruptly. Fatty acid composition is also influenced by the harvesting date. Linoleic acid, which is a desirable, unsaturated fatty acid, is synthesized more slowly in the late maturing hybrids.

These results clearly demonstrate the need for early maturing hybrids. Although the imported U.S. hybrids have performed well in Manitoba in the last few years, we cannot expect this performance to continue because of the unusual favorable weather during the last few autumns.

emporté lorsque le semis a été effectué après le 5 juin. En 1980, de forts vents survenus en août ont causé beaucoup de verse et ont endommagé davantage l'hybride tardif 894. La verse a été également plus accentuée pour la culture semée plus tard, probablement à cause de la forte teneur en eau des plants immatures. La réduction moyenne de rendement a été de 38% pour l'hybride tardif 894 dont le semis a été retardé jusqu'en juin, contre 20% seulement pour les variétés précoces Saturn et CM 338 × CM 447.

Non seulement la récolte prématurée a-t-elle nui au rendement, mais également à la quantité et à la qualité de l'huile produite. Une baisse correspondante de la teneur en huile accompagnait généralement la chute de rendement. La réduction de la teneur en huile commençait avec les semis du début juin pour l'hybride 894, mais avec ceux de la mi-juin pour les hybrides plus précoces.

L'effet d'une récolte prématurée sur la teneur en huile et sa qualité était très marqué lorsque la comparaison était effectuée entre quatre variétés précoces et quatre variétés tardives à diverses dates de récolte (Tableau 2). Le groupe de variétés précoces se composait de deux hybrides expérimentaux provenant du programme d'essais de Morden, de la variété Saturn à pollinisation libre et d'un hybride américain. Le groupe de variétés tardives comprenait tous des hybrides américains et la différence dans les besoins de maturation entre les deux groupes était d'environ une semaine. Les variétés précoces ont atteint leur potentiel de production d'huile une semaine plus tôt que les hybrides tardifs. Il semble que la synthèse des lipides soit pronon-

The need for earlier maturing hybrids is more urgent now in view of an oilseed crushing plant being built near Russell, Manitoba which is just outside the traditional sunflower growing area. If hybrids could be developed that are at least a week earlier in maturity, their chances of performing well would increase consderably.

Generally, sunflower yield goes down as the maturity requirements are reduced. There are at least two varieties of U.S.S.R. origin in our collection that are at least 10 days earlier in maturity than the U.S. hybrids, but their yields are low.

In our Morden breeding program we do have several promising hybrids for which the yields are little if at all, depressed. These hybrids have a high oil content and mature at least a week earlier than most U.S. hybrids. More testing of their performance is required before they will be available to growers.

Dr. Dedio is a sunflower breeder at the Agriculture Canada Research Station, Morden, Manitoba.

cée avant que la plante n'atteigne la maturité physiologique, après quoi elle cesse brusquement. La date de récolte influe également sur la composition des acides gras. Par exemple, l'acide linoléïque, acide gras non saturé utile, est synthétisé plus lentement chez les hybrides tardifs.

Ces résultats soulignent clairement le besoin d'hybrides précoces. Bien que les hybrides américains importés aient donné de bons résultats au Manitoba au cours des dernières années, on ne peut s'attendre à ce qu'il en soit toujours ainsi compte tenu du temps anormalement favorable qui caractérise le Manitoba depuis quelques automnes. Le besoin d'hybrides précoces est actuellement plus urgent si l'on tient compte du fait qu'une huilerie est en construction près de Russell (Man.), c'est-à-dire juste à l'extérieur de la zone traditionnelle de production du tournesol. Si l'on pouvait créer des hybrides qui sont au moins d'une semaine plus précoces, leurs possibilités de réussite s'en trouveraient accrues d'autant.

En général, plus une variété est précoce, plus son rendement est faible. Notre collection comprend au moins deux variétés russes qui sont au moins de 10 jours plus précoces que les variétés américaines, mais leurs rendements sont plutôt médiocres.

Dans le cadre de notre programme de sélection de Morden, nous possédons plusieurs hybrides prometteurs dont les rendements ne sont pratiquement pas abaissés. Ces hybrides se caractérisent par une forte teneur en huile et atteignent la maturation au moins une semaine plus tôt que la plupart des hybrides américains. D'autres essais de performance sont nécessaires avant qu'ils ne soient accessibles aux producteurs.

M. Dedio est un sélectionneur de tournesol à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Morden (Man.).

Present status of liming in the Peace River region

P.B. Hoyt

A pH of 7 indicates precise neutrality of soil; higher values indicate alkalinity and lower values acidity. A large portion of the land in the Peace River region has soil acidity problems. This article discusses research with lime application to acidic soils and indicates its long-term benefits. In addition to increasing crop yields, liming improves soil tilth and increases yield improvement from fertilizer application. The author recommends that potential benefits from liming acidic soils be kept before farmers in the Peace River region.

A large portion of the land in the Peace River region of northern Alberta and British Columbia has soil acidity problems. An estimated 30% of the cultivated land had acid soils with pH below 6.0 in 1971 (Penney *et al.* 1971). Since then, further soil acidification has probably taken place. This is mostly due to fertilizers, especially the nitro-

Situation actuelle du chaulage dans la région de la Rivière-la-Paix

P.B. Hoyt

Un sol est alcalin, neutre ou acide selon que son pH est supérieur, égal ou inférieur à sept. Une forte proportion des sols de la région de la Rivière-la-Paix sont trop acides. Le présent article fait le point de la recherche sur l'application de chaux aux sols acides et fait ressortir les bénéfices à long terme qui en résultent. En plus d'accroître les rendements, le chaulage améliore l'état d'ameublissement du sol et accroît l'efficacité des engrais. L'auteur recommande de mieux informer les agriculteurs de la région de la Rivière-la-Paix des avantages de chauler les sols acides.

Une forte proportion des sols de la région de la Rivière-la-Paix dans le nord de l'Alberta et de la Colombie-Britannique éprouvent des problèmes d'acidité. On a estimé en

Figure 1. Differences in color and cracking of a soil in May caused by lime applied the previous October (from left to right in the foreground: limed to pH 6.5, no lime and limed to pH 7.5).

Photo 1. Différences dans la couleur et le fendillement d'un sol en mai par suite de l'application de chaux au mois d'octobre précédent. De gauche à droite à l'arrière-plan: chaulé jusqu'à un pH de 6,5, sans chaulage, chaulé jusqu'à un pH de 7,5.

Figure 2. Mowed alfalfa hay in a field-scale lime demonstration (unlimed with a soil pH of 5.5 on left and 4.5 t/ha applied on right).

Photo 2. Foin de luzerne récolté dans une démonstration de chaulage sur le terrain. À gauche, sol non chaulé affichant un pH de 5,5; à droite, sol traité à raison de 4,5 t/ha de chaux.

gen fertilizers, which are being used in increasing amounts. Sulphur dioxide from natural gas scrubbing plants is also adding to the acidification. It has been projected that more than 800 000 ha or 40% of the soils will have pH less than 6.0 by 1985, while about 275 000 ha or 14% of the soils will have pH less than 5.5 (Hoyt 1981).

Soils with pH less than 5.5 cause soil acidity problems for most crops. For example, alfalfa yields are reduced to about half of normal at pH 5.5 and to almost zero at pH less than 5.0. Soils with pH less than 5.5 usually contain toxic amounts of aluminum and manganese. These toxic elements are harmful to barley, wheat and rapeseed, but are not harmful to oats, unless the soil pH is less than 5.0. Acid soils with pH 5.5 to 6.0 have long been known to produce much lower alfalfa yields than neutral soils. Until recently, we believed that soils in this pH range caused only small reductions in grain crop yields and that yield increases from liming averaged only about 5% (Penney *et al.* 1977). Long-term experiments, however, have shown that yield increases become greater a few years after applying lime, with the yield increases for barley rising to 25 to 30% (Hoyt *et al.* 1981). Also, until recently, we thought that there was no advantage in raising soil pH above 6.0. Yet Ukrainetz in Saskatchewan demonstrated that wheat responded to lime applications that raised the pH from 6.2 to 7.0 (Hoyt *et al.* 1981). Similar responses for barley were noted in the Peace River region.

Some crops are tolerant to soil acidity, at least to aluminum and manganese toxicity. Oats and some of the grasses will produce well on very acid soils. The problem with growing such crops is that the soil in the meantime becomes more acid from using fertilizers, and eventually it becomes difficult to produce even the tolerant crops.

The long-term solution is to apply lime. This practice culminates in better yields and more profits. Lime applications eliminate aluminum and manganese toxicities. And the activity of Rhizobia bacteria, which fix atmospheric nitrogen in association with legumes, increases. This is particularly important for alfalfa, for which a pH of 6.0 or

1971 que 30% des terres cultivées avaient un pH inférieur à 6,0 (Penney et al. 1971). Il est probable que l'acidification du sol se soit poursuivie depuis à cause des applications croissantes d'engrais, en particulier de produits azotés. Le dioxide de soufre émis par les usines d'épuration du gaz naturel contribue également à l'acidification. On prévoit que d'ici 1985, plus de 800 000 ha ou 40% des sols auront un pH inférieur à 6,0, et environ 235 000 ha ou 14% un pH inférieur à 5,5 (Hoyt 1981).

Les sols affichant un pH au-dessous de 5,5 sont trop acides pour la plupart des cultures. Par exemple, les rendements de luzerne diminuent de moitié environ à un pH de 5,5 et sont presque nuls à un pH inférieur à 5,0. Les sols dont le pH est inférieur à 5,5 renferment généralement des quantités toxiques d'aluminium et de manganèse. Ces éléments sont nuisibles à l'orge, au blé et au colza, mais non à l'avoine à moins que le pH du sol ne soit au-dessous de 5,0. Il est établi depuis longtemps que les sols acides dont le pH varie entre 5,5 et 6,0 donnent des rendements de luzerne moindres que les sols neutres. On pensait jusqu'à récemment qu'un tel niveau d'acidité n'entraînait qu'une faible baisse des rendements céréaliers, et que les bénéfices du chaulage se limitaient à un gain de productivité de l'ordre de 5% seulement (Penney et al. 1977). Or des expériences à long terme ont révélé que les hausses de rendement s'accentuent quelques années après le chaulage et peuvent atteindre de 25 à 30% dans le cas de l'orge (Hoyt et at. 1981). De même, on pensait jusqu'ici qu'il n'y avait aucun avantage à relever le pH du sol au-dessus de 6,0. Pourtant, Ukrainetz a montré en Saskatchewan que le blé réagissait à des applications de chaux relevant le pH de 6,2 à 7,0 (Hoyt et al. 1981). Des résultats analogues ont été obtenus pour l'orge dans la région de la Rivière-la-Paix.

Certaines cultures tolèrent l'acidité du sol ou, en tout cas, la toxicité de l'aluminium et du manganèse. L'avoine et certaines graminées viennent bien sur des sols très acides. Le problème avec de telles cultures est que le sol continue de s'acidifier à cause des applications d'engrais, si bien qu'à la longue, elles sont elles-mêmes compromises.

Figure 3. Spreading lime near Grande Prairie. (Wind may be a problem.)

Photo 3. Épandage de chaux près de Grande-Prairie. Le vent peut constituer un problème.

Table 1. Net returns from liming for alfalfa production (annual yield is 4.5 t/ha)[a]

Soil pH	Lime		Annual alfalfa increase		Years to pay for lime	Alfalfa production: After 5 yr	Alfalfa production: After 10 yr
	t/ha	cost/ha	t/ha	value/ha	no.	$net/ha	
5.7	2.2	$ 66	0.90	$ 50	2	$184	$ 434
5.5	3.4	$102	1.79	$ 98	1	$388	$ 878
5.3	4.5	$135	2.46	$135	1	$540	$1215
5.1	5.6	$168	3.00	$165	1	$657	$1482

[a] The calculations in this table are based on 1 tonne of applied lime costing $30 and 1 tonne of hay worth $55.

Table 2. Net returns from liming for barley production (annual yield is 2.2 t/ha)[a]

Amount of soil aluminum (parts per mil.)	Lime		Annual barley increase		Years to pay for lime	Barley production: After 5 yr	Barley production: After 10 yr
	t/ha	cost/ha	t/ha	value/ha	no.	$net/ha	
1	1.1	$ 33	0.27	$25	2	$ 92	$217
2	2.2	$ 66	0.43	$40	2	$134	$334
4	3.4	$102	0.70	$64	2	$218	$538
6	4.5	$135	0.86	$79	2	$260	$655

[a] The calculations in this table are based on 1 tonne of applied lime costing $30 and 1 tonne of barley worth $92.

higher is required for full numbers of Rhizobia to develop and fix nitrogen. The same is true for sweet clover. Rhizobia for other forage legumes will function at a lower pH. Liming also releases nitrogen in the soil. This has been found to amount to 35 to 110 kg/ha for the first 3 years following liming in the Peace River region.

One of the great benefits from liming is a better fertilizer response. When fertilizers were applied to consecutive barley crops grown on an acid soil with pH 4.9 in the Peace River region, the yields of the first three crops were much greater than normal, but they failed to increase yields for the fourth and fifth crops in the absence of lime. Where lime was applied, however, yield increases from the fertil-

Tableau 1. Recettes nettes du chaulage dans la production de luzerne (Le rendement annuel est de 4,5 t/ha)[a]

pH du sol	Chaux		Hausse de rendement annuelle		Nombre d'années nécessaires pour payer la chaux	Production de luzerne: Après 15 ans	Production de luzerne: Après 10 ans
	t/ha	Coût/ha	t/ha	Valeur/ha		Recettes nettes/ha	
5,7	2,2	$ 66	0,90	$ 50	2	$184	$ 434
5,5	3,4	$102	1,79	$ 98	1	$388	$ 878
5,3	4,5	$135	2,46	$135	1	$540	$1215
5,1	5,6	$168	3,00	$165	1	$657	$1482

[a]Les calculs dans ce tableau se fondent sur un coût de $30 pour la tonne de chaux appliquée et une valeur de $55 pour la tonne de foin.

Tableau 2. Recettes nettes du chaulage dans la production d'orge (Le rendement annuel est de 2,2 t/ha)[a]

Quantité d'aluminium dans le sol (parties par million)	Chaux		Hausse de rendement annuelle		Nombre d'années nécessaires pour payer la chaux	Production d'orge: Après 15 ans	Production d'orge: Après 10 ans
	t/ha	Coût/ha	t/ha	Valeur/ha		Recettes nettes/ha	
1	1,1	$ 33	0,27	$25	2	$ 92	$217
2	2,2	$ 66	0,43	$40	2	$134	$334
4	3,4	$102	0,70	$64	2	$218	$538
6	4,5	$135	0,86	$79	2	$260	$655

[a]Les calculs dans ce tableau se fondent sur un coût de $30 pour la tonne de chaux appliquée et une valeur de $92 la tonne d'orge.

La solution à long terme est d'appliquer de la chaux de manière à améliorer les rendements et les profits. Le chaulage élimine la toxicité de l'aluminium et du manganèse. D'autre part, l'activité des rhizobiums, bactéries qui fixent l'azote atmosphérique en association avec les légumineuses, s'accroît, ce qui est particulièrement important dans le cas de la luzerne qui exige un pH d'au moins 6,0 pour qu'un nombre suffisant de rhizobiums se développent et fixent l'azote. Cela vaut également pour le mélilot. Les rhizobiums des autres légumineuses fourragères tolèrent un pH inférieur. Le chaulage contribue aussi à libérer l'azote du sol. On a évalué que les quantités ainsi libérées au cours des trois premières années suivant le traitement dans la région de la Rivière-la-Paix atteignaient de 35 à 110 kg/ha.

L'un des plus grands avantages du chaulage est une meilleure réaction des cultures aux applications d'engrais. Lorsqu'on a fertilisé des cultures consécutives d'orge sur des sols acides (pH de 4,9) dans la région de la Rivière-la-Paix, les augmentations de rendement ont été considérables au cours des trois premières années, mais nulles au cours des quatrième et cinquième sans addition de chaux. D'autre part, le chaulage a permis de maintenir l'efficacité de la fertilisation. Ainsi, les engrais seuls ne sont peut-être pas suffisants pour maintenir une production économique en sols acides.

Récemment, on a observé que la chaux améliorait l'état d'ameublissement du sol (photo 1), ce qui s'est traduit par une meilleure levée du colza et de meilleurs peuplements (Hoyt 1981). Ce facteur est particulièrement important pour les luvisols gris (sols gris forestiers) qui sont reconnus pour leur médiocre structure superficielle.

Le chaulage ne permet sans doute pas des gains économiques rapides à cause du coût initial élevé de la chaux. Toutefois, ses avantages économiques sur une longue période peuvent être considérables. On a calculé que les

izer continued to be high. Thus fertilizers alone may not be able to sustain economic production on acid soils.

Lately, Hoyt (1981) has observed that lime improves soil tilth (Figure 1), providing for better emergence and stands of rapeseed. This is particularly important for Gray Luvisolic (Gray Wooded) soils, which are noted for their poor surface structure.

Liming may not give quick economic returns because of the lime's large, initial cost. The economic benefits over a long period, however, can be great. We have calculated that the returns over a 5-year period after liming can amount to $657/ha for alfalfa hay production and $260/ha for barley (Tables 1 and 2). Yield increases for barley in Table 2 do not take into account the much greater yield increases that have recently been found in the long-term experiments. Long-term profits are good because lime remains in the soil for a long time. Two tonnes of lime per hectare will probably last 10 years. Wheat yield increases from liming have been sustained for 17 years after a 4.5 t/ha application in Saskatchewan (Hoyt *et al.* 1981).

Farmers are becoming increasingly aware of the benefits of lime. They have learned of these benefits through extension bulletins, the media and farmer meetings. The Alberta Department of Agriculture in cooperation with the Beaverlodge Research Station recently started field-scale applications of lime to demonstrate yield increases caused by liming (Figure 2). These demonstrations should help increase farmers' confidence in liming which, until recently, has been learned indirectly.

Transportation costs for lime are usually high because of the long distances between the source and the farm. This adds greatly to the cost of lime. To offset this high cost, the Alberta Department of Agriculture announced an agricultural lime freight assistance program in the summer of 1981. This program covers 80% of the transportation costs after the farmer pays the initial $5.50/t. Even with this large cost defrayal, the orders for lime in the fall of 1981 were generally for small lots for liming about 10 ha each. Although lime and equipment for its application were available, an infrastructure of supply, transportation and application may not be ready for large-scale application (Figure 3). This situation, however, might rapidly change.

Liming is a new practice in the Peace River region and elsewhere on the Great Plains of western Canada. There is often a lag between the introduction of a new technology or commodity and its acceptance. Farmers there have been living with the soil acidity problem for a long time and their attitude may be that liming is something that can be put off until the next year. Such an attitude could be costly in terms of production and profit. Some land has even been abandoned for production because of soil acidity. Farmers should constantly be kept aware of the importance of the soil acidity problem and the practical solution of liming which is available to them.

References

Hoyt, P.B., Nyborg, M. and Penney, D.C. *Farming Acid Soils in Alberta and Northeastern British Columbia.* Agriculture Canada Publication No. 1521. Ottawa: Agriculture Canada, 1974.

Hoyt, P.B. "Improvements in Soil Tilth and Rapeseed Emergence by Lime Applications on Acid Soils in the Peace River Region." *Canadian Journal of Soil Science* 61 (February 1981) 91-98.

recettes sur une période de 5 ans suivant le chaulage peuvent totaliser $657/ha pour la production de foin de luzerne, et $260/ha pour la production d'orge (tableaux 1 et 2). Soulignons que les hausses de rendement d'orge figurant au Tableau 2 ne tiennent pas compte des résultats encore plus encourageants obtenus récemment dans les expériences à long terme. La raison de la rentabilité à long terme de ce traitement vient de ce que la chaux dure longtemps dans le sol. Deux tonnes de chaux par hectare demeureront probablement efficaces pendant 10 ans. Une application de 2,5 tonnes de chaux à l'hectare, en Saskatchewan, a permis de maintenir des rendements accrus de blé pendant 17 ans (Hoyt et al. 1981).

Les agriculteurs sont de plus en plus conscients des avantages du chaulage, lesquels ont été exposés dans des bulletins de vulgarisation, aux médias et lors de rencontres de producteurs. Le ministère de l'Agriculture de l'Alberta, de pair avec la Station de recherches de Beaverlodge, a entrepris récemment des démonstrations sur le terrain visant à mettre en évidence les hausses de rendement provenant du chaulage (photo 2). Elles devraient contribuer à accroître la confiance des agriculteurs dans ce traitement qu'ils ne connaissaient, jusqu'à récemment, que d'une manière indirecte.

Les frais de transport de la chaux sont généralement élevés à cause des longues distances entre la source d'approvisionnement et l'exploitation agricole, ce qui accroît considérablement le coût de la tonne de chaux. Afin de remédier à cette situation, le ministère de l'Agriculture de l'Alberta a annoncé à l'été de 1981 un programme d'aide au transport de la chaux agricole. Celui-ci couvre 80% des frais de transport au delà des premiers $5.50 la tonne qui sont acquittés par l'agriculteur. Malgré cette forte subvention, les commandes de chaux à l'automne de 1981 portaient généralement sur de petites quantités, suffisantes pour traiter environ 10 ha chacune. Bien que la chaux et le matériel d'épandage soient disponibles, l'infrastructure nécessaire pour l'approvisionnement, le transport et l'application sur une grande échelle n'est peut-être pas au point (photo 3). Cette situation pourrait toutefois changer rapidement.

Le chaulage est une pratique nouvelle dans la région de la Rivière-la-Paix et ailleurs, dans les grandes plaines de l'Ouest canadien. On note souvent un délai entre l'introduction d'une nouvelle technologie ou d'un nouveau produit et son acceptation. Les agriculteurs sont habitués de vivre avec le problème de l'acidité des sols et les travaux de chaulage sont souvent remis d'une année à l'autre ce qui peut s'avérer coûteux sur le plan de la production et de la rentabilité. Certaines terres ont même dû être laissées en friche à cause du problème d'acidité des sols. Il importe d'insister auprès des agriculteurs sur la gravité de ce problème et sur la solution pratique que représente le chaulage.

Bibliographie

Hoyt P.B., M. Nyborg et D.C. Penney, *Farming Acid Soils in Alberta and Northeastern British Columbia*, publication 1521, Agriculture Canada, Ottawa (Ont.) 1974, 14 pages.

Hoyt P.B., *«Improvements in Soil Tilth and Rapeseed Emergence by Lime Applications on Acid Soils in the Peace River Region»*, *Canadian Journal of Soil Science*, 61: 91-98, février 1981.

Hoyt, P.B., Nyborg, M. and Ukrainetz, H. "Degradation by Acidification." In *Our Disappearing Heritage—a Symposium, Proceedings of the Alberta Soil Science Workshop.* Edmonton: February 1981.

Penney, D.C., Nyborg, M., Hoyt, P.B., Rice, W.A., Siemens, B. and Laverty, D.H. "An Assessment of the Soil Acidity Problem in Alberta and Northeastern British Columbia." *Canadian Journal of Soil Science* 57 (May 1977) 157-164.

Dr. Hoyt is a soil chemist with the Agriculture Canada Research Station, Summerland, British Columbia.

Hoyt PB., M. Nyborg et H. Ukrainetz, Degradation by Acidification, In *Our Disappearing Heritage — a Symposium, Proceedings of Alberta Soil Science Workshop*, Edmonton, février 1981.

Penney D.C., M. Nyborg, P.B. Hoyt, W.A. Rice, B. Siemens et D.H. Laverty, *«An Assessment of the Soil Acidity Problem in Alberta and Northeastern British Columbia»*, *Canadian Journal of Soil Science*, 57: 157-164, mai 1977.

P.B. Hoyt est un spécialiste de la chimie des sols à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Summerland (C.-B.).

A new test for frost-hardiness in winter cereals

Yves Cloutier

Because opening up Canada's north to modern agriculture partly relies on the breeding of hardier cultivars of winter cereal, researchers at the Central Experimental Farm in Ottawa have developed a new, rapid method for determining small, but definite, differences in frost hardiness between cultivars. Previously, a long period of cold acclimation was required to induce frost hardiness in seedlings. The author here describes a faster desiccation-stress procedure which could replace the method now in use.

Agricultural extension into more northerly areas partly relies on the breeding of hardier winter cereal cultivars. During the years researchers have offered breeders improved methods for selecting winter hardy cultivars. These methods are chiefly aimed at determining the degree of freezing temperature that plants can survive or the number of plants that are able to withstand a given temperature. Although the degree of frost hardiness is not the only factor that determines the winter survival of plants, it is the most significant factor in locations where plants are exposed to cold, dry winters, such as the Prairie Provinces and northwestern Canada.

At Agriculture Canada's Central Experimental Farm in Ottawa, we have recently developed a new, rapid method for determining differences in frost hardiness between cultivars. This method is particularly good for determining small, but definite, differences. We first take seedlings (about 1 cm long) of spring and winter wheat and winter rye, grown in the dark for 48 hours, and subject them to a 24-hour desiccation stress at 40% relative humidity by placing them on a steel plate in a desiccator over 49% sulphuric acid. Then the desiccated seedlings are taken out, and soaked in aerated tap water at 9°C for 24 hours. We next remove the excess water from the seedlings and subject them to controlled freezing regimes in a freezing cabinet. The temperature is gradually lowered from 0°C to −21°C at the rate of 1°C an hour, from −21°C to −30°C at 3°C/h and from −30°C to −40°C at 10°C/h.

Céréales d'hiver. . . nouveau test de résistance au gel

Yves Cloutier

Les chercheurs de la Ferme expérimentale centrale ont mis au point une méthode nouvelle et rapide pour doser les différences infimes, mais définies, de rusticité entre les cultivars en vue du développement agricole du nord du Canada lequel repose en grande partie sur la création de cultivars plus résistants de céréales d'hiver. La méthode actuelle nécessite une longue période d'acclimatation au froid qui induit la rusticité dans les plantules. L'auteur décrit cette nouvelle méthode par laquelle le stress nécessaire est induit par dessication et qui remplacera éventuellement celle que l'on utilise maintenant.

L'extension de l'agriculture vers les régions situées plus au nord est possible, au moins partiellement, grâce à la sélection de cultivars plus rustiques de céréales d'hiver. Au fil des ans, les phytogénéticiens ont pu compter sur des méthodes améliorées de sélection des cultivars rustiques d'hiver. Ces méthodes visent essentiellement à déterminer le degré de température de gel auquel les végétaux sont capables de survivre ou le nombre de plants qui sont capables de résister à une température donnée. Même si le degré de résistance au gel n'est pas le seul facteur qui détermine la survie à l'hiver, c'est le plus déterminant dans les endroits où les végétaux sont exposés à des hivers secs et rigoureux comme les provinces des Prairies et le Nord-Ouest du Canada.

Une nouvelle méthode rapide, particulièrement adaptée à la détermination de légères, quoique réelles, différences de résistance au gel entre les cultivars, a été mise au point à la Ferme expérimentale d'Agriculture Canada, à Ottawa. Pour ce faire, des plantules de blé de printemps et d'hiver, ainsi que de seigle d'hiver, cultivées à l'obscurité pendant 48 heures (environ 1 cm de longueur) sont soumises à un stress hydrique pendant 24 heures à 40 % d'humidité relative en les plaçant sur une plaque d'acier dans un dessiccateur au-dessus d'un bain d'acide sulfurique à 49 %. Les plantules ainsi desséchées sont retirées et réimbibées dans de l'eau courante aérée à 9°C pendant 24 heures jusqu'à ce qu'elles atteignent la pleine turgescence.

Figure 1. Regrowth and greening of epicotyls from desiccation stressed + reimbibed "Rideau" winter wheat seedlings after a freezing test at −6°C. Epicotyls were grown for 3 days in 1% Agar + White's medium under continuous light.

Photo 1. Repousse et verdissement d'épicotyles excisés de plantules de blé d'hiver «Rideau» soumises au stress hydrique et réimbibées après un test de congélation à −6°C. Les épicotyles ont été cultivés pendant 3 jours sur gélose à 1% additionnée du substrat de White sous éclairage continu.

Figure 2. Same as Figure 1 but frozen to −30°C.

Photo 2. Même méthode que pour la Photo 1, mais la congélation se fait à −30°C.

We remove the seedlings at −6, −9, −12, −15, −18, −21, −30 and −40°C, thaw them for 1 hour at 2°C and wet them with tap water at the same temperature for an additional hour. From these seedlings we sever the epicotyls and put them onto an Agar + White's medium (White 1943) under continuous illumination. After 3 days, survival is assessed by measuring the regrowth and greening of the epicotyls.

This desiccation-stress treatment replaces the long period of cold acclimation normally required to induce frost hardiness in the seedlings. That desiccation stress can induce frost hardiness to a similar extent as cold acclimation under certain circumstances is well documented (Siminovitch and Cloutier 1981 and Cloutier and Siminovitch 1981). For control purposes we also measured the frost hardiness of epicotyls from cold-acclimated seedlings.

Figures 1 and 2 show the regrowth and greening of epicotyls from desiccation-stressed "Rideau" winter wheat seedlings after a freezing test. Following freezing to −6°C, all the epicotyls but one survived and turned green. At

L'excès d'eau est retiré et les plantules sont soumises à des régimes de congélation contrôlée dans une armoire à congélation. La température est graduellement abaissée de 0° à −21°C au rythme de 1°C à l'heure, de −21°C à −30°C au rythme de 3°C à l'heure et de −30°C à −40°C au rythme de 10°C à l'heure. Les plantules sont ensuite retirées à −6, −9, −12, −15, −18, −21, −30 et −40°C, décongelées pendant une heure à 2°C et trempées pendant une heure additionnelle à l'eau courante à la même température. Les épicotyles sont excisés et mis sur gélose additionnée du substrat de White (White 1943) sous éclairage continu. Le taux de survie est ensuite évalué au bout de 3 jours par la mesure de la repousse et le verdissement des épicotyles.

Le traitement de stress hydrique sert à remplacer la longue période d'acclimatation au froid normalement requise pour provoquer la résistance au gel chez les plantules. Le fait que le stress hydrique soit capable d'induire la résistance au gel à un point comparable à l'acclimatation au froid dans certaines circonstances est bien établi (Siminovitch et Cloutier 1981; Cloutier et Siminovitch 1981). On a également évalué la résistance au gel d'épicotyles excisés de plantules normalement acclimatées au froid (témoins).

Les photos 1 et 2 montrent la repousse et le verdissement des épicotyles excisés de plantules de blé d'hiver «Rideau» soumises au stress hydrique après un test de congélation. Après congélation jusqu'à −6°C, tous les épicotyles sauf un ont survécu et ont verdi; à −30°C, tous les épicotyles sauf deux sont morts comme le montre la couleur blanche. La congélation à des températures moyennes a donné des niveaux intermédiaires de survie. La température à laquelle 50 % des épicotyles sont morts (TL_{50}) est de −19°C pour ce cultivar. La TL_{50} d'autres cultivars a été mesurée et les résultats sont résumés au Tableau 1. Nous avons également exécuté des tests de congélation sur des plantules normalement acclimatées au froid. L'adaptation au froid a consisté en l'exposition de plantules à 2°C pendant 4 semaines. Le taux de survie a été évalué par la repousse et le verdissement des épicotyles sur gélose et par la repousse de plantules entières dans la vermiculite. La résistance au gel provoquée par le stress hydrique et par

Table I. Half killing temperatures of epicotyls and whole seedlings of spring and winter wheat and winter rye

	Epicotyls			Whole seedlings		
				Cold acclimated		
	Unhardened	Desiccation stressed	Cold acclimated	Dark grown	Light grown	Field grown in Ottawa[a]
	°Celsius					
Marquis	−5	−5	−6	−6	−	−
Cappelle-Desprez	−6	−10	−7	−6	−14	−
Monopol	−4	−8	−8	−7	−	−
Kent[b]	−4	−12	−10	−8	−	−
Yorkstar	−4	−13	−14	−10	−16	−16.9
Gordon[b]	−4	−13	−12	−8.5	−	−15.8
Fredrick	−7	−19	−20	−11	−20	−15.2
Rideau	−6	−23	−24	−12.5	−18	−18.7
Lennox	−4	−	−	−	−	−20.5
Norstar	−4	−26	−30	−13	−21	−20.2
Kharkov	−5	−40	−34	−16	−22	−
Puma	−7	−67	−62	−18	−29	>−30.0

[a] From C.J. Andrews, personal communication.

[b] In the field and in controlled freezing tests Kent and Gordon winter wheat ranked behind and ahead of Yorkstar respectively for frost hardiness (Fowler *et al.* 1972, Sampson and Fulcher 1981 and Andrews and Pomeroy 1977).

−30°C all but two were dead, as the white color of the dead epicotyls indicates. Freezing to intermediate temperatures gave intermediate survival levels. The temperature at which 50% of the epicotyls were killed (LT_{50}) was −19°C for this cultivar. We similarly measured the LT_{50} of other cultivars and summarized the results in Table 1. We also performed freezing tests on cold-acclimated seedlings by exposing them to 2°C for 4 weeks. Survival was assessed by the regrowth and greening of epicotyls on Agar and the regrowth of whole seedlings in vermiculite. The degrees of frost hardiness that desiccation stress and cold acclimation induced were similar in the epicotyls (Table 1).

The range of LT_{50} that epicotyls exhibited usually exceeded that of whole seedlings. For example, 50% of hardened Puma rye seedlings withstood −67°C (cold hardened) while half of the whole seedlings died at −18°C (dark grown) or −29°C (light grown). On the other hand, the frost hardiness of Marquis spring wheat did not increase significantly under any of the treatments.

The epicotyls' frost hardiness corresponded to that of whole, light grown seedlings. Because of the enhancement of the frost hardiness range in the severed epicotyls, this test should be able to accurately measure smaller differences in frost hardiness among cultivars. Error and variability in the measurement of the LT_{50} can be reduced, or at least estimated more accurately, by repeating the tests with more replications. However, desiccation stress as a replacement for cold acclimation needs further theoretical support. We are studying the correlation between the LT_{50}s measured on desiccation-stressed and cold-acclimated seedlings of a greater number of wheat cultivars and in different cereal species. Observation of a high correlation between the two methods will facilitate the introduction of this method as a rapid and sensitive screening test for frost hardiness.

Tableau I. Températures létales médianes d'épicotyles et de plantules entières de blé de printemps et d'hiver, et de seigle d'hiver

	Épicotyles			Plantules entières acclimatées au froid		Céréales cultivées en plein champ à Ottawa[a]
	Non acclimatés	Soumis au stress hydrique	Acclimatés	Cultivées à l'obscurité	Cultivées à la lumière	
	°Celsius					
Marquis	−5	−5	−6	−6	−	−
Cappelle-Desprez	−6	−10	−7	−6	−14	−
Monopol	−4	−8	−8	−7	−	−
Kent[b]	−4	−12	−10	−8	−	−
Yorkstar	−4	−13	−14	−10	−16	−16,9
Gordon[b]	−4	−13	−12	−8,5		−15,8
Fredrick	−7	−19	−20	−11	−20	−15,2
Rideau	−6	−23	−24	−12,5	−18	−18,7
Lennox	−4	−	−	−	−	−20,5
Norstar	−4	−26	−30	−13	−21	−20,2
Kharkov	−5	−40	−34	−16	−22	−
Puma	−7	−67	−62	−18	−29	>−30,0

[a] Tiré d'une communication personnelle de C.J. Andrews.

[b] Dans les essais en plein champ et de congélation contrôlée, les blés d'hiver Kent et Gordon se classent derrière et devant Yorkstar respectivement pour leur résistance au gel (Folwer *et al.* 1972; Sampson et Fulcher, 1981; Andrews et Pomeroy, 1977).

l'acclimatation au froid est semblable chez les épicotyles (Tableau I).

L'amplitude de TL_{50} affichée par les épicotyles dépasse généralement celle des plantules entières. Par exemple, 50 % des plantules normalement aoûtées de seigle Puma ont pu résister à −67°C (acclimatées au froid), alors que la moitié des plantules entières ont été détruites à −18°C (cultivées à l'obscurité) ou à −29°C (cultivées à la lumière). D'autre part, la résistance au gel du blé de printemps Marquis ne s'est pas accrue significativement après avoir subi les traitements susmentionnés.

La résistance au gel des épicotyles correspond à celle des plantules entières cultivées à la lumière. À cause de l'élargissement de l'amplitude de résistance au gel des épicotyles excisés, il semble possible que ce test mesure avec précision de légères différences de résistance entre les cultivars. Le fait de multiplier les tests par plus de répétitions permet de réduire le risque d'erreur et la variabilité de la mesure de la TL_{50} ou, de l'estimer de façon plus précise. Cependant, l'utilisation du stress hydrique en remplacement de l'adaptation au froid doit être davantage justifiée théoriquement. Nous étudions actuellement la corrélation entre la TL_{50} mesurée sur des plantules soumises au stress et acclimatées au froid d'un nombre beaucoup plus considérable de cultivars de blé chez diverses espèces de céréales. L'observation d'une forte corrélation entre les deux méthodes permettra l'introduction de cette technique comme moyen rapide et sensible de sélection pour la résistance au gel.

References

Andrews, C.J. and Pomeroy, M.K. "Changes in Survival of Winter Cereals Due to Ice Cover and Other Simulated Winter Conditions." *Canadian Journal of Plant Science* 57: 1141-1149.

Cloutier, Y. and Siminovitch, D. "Augmentation of Protoplasm in Drought- and Cold-hardened Winter Wheat." *Canadian Journal of Botany* (Spring 1982).

Fowler, D.B., Siminovitch, D. and Pomeroy, M.K. "Evaluation of an Artificial Test for Frost Hardiness in Wheat." *Canadian Journal of Plant Science* 53: 53-59.

Sampson, D.R. and Fulcher, R.G. "Gordon Soft White Winter Wheat." *Canadian Journal of Plant Science* 61: 455-457.

Siminovitch, D. and Cloutier, Y. "Twenty-four-hour Induction of Freezing and Drought Tolerance in Plumules of Winter Rye Seedlings by Desiccation Stress at Room Temperature in the Dark." *Plant Physiology* (Spring 1982).

White, P.R. *A Handbook of Plant Tissue Culture*. Lancaster, PA: Jacques Cattell Press, p. 103.

Dr. Cloutier is a research scientist at the Agriculture Canada Central Experimental Farm, Ottawa, Ontario.

Bibliographie

Andrews, C.J. et M.K. Pomeroy, «Changes in Survival of Winter Cereals Due to Ice Cover and Other Simulated Winter Conditions», *Canadian Journal of Plant Science*, 57: 1141-1149.

Cloutier, Y. et D. Siminovitch, «Augmentation of Protoplasm in Drought- and Cold-hardened Winter Wheat», *Canadian Journal Botany*, printemps 1982.

Fowler, D.B., D. Siminovitch et M.K. Pomeroy, «Evaluation of an Artificial Test for Frost Hardiness in Wheat», *Canadian Journal Science* 53: 53-59.

Sampson, D.R. et R.G. Fulcher, «Gordon Soft White Winter Wheat», *Canadian Journal of Plant Science* 61: 455-457.

Siminovitch, D. et Y. Cloutier, «Twenty-four-hour Induction of Freezing and Drought Tolerance in Plumules of Winter Rye Seedlings by Desiccation Stress at Room Temperature in the Dark», Plant Physiology, printemps 1982.

White, P.R., *A handbook of Plant Tissue Culture*, Jacques Cattell Press, Lancaster, PA, 103 p.

Yves Cloutier est un chercheur à la Ferme expérimentale centrale d'Agriculture Canada, à Ottawa.

Problems in establishing fertilizer recommendations for raspberries

C.G. Kowalenko

Increasing costs are forcing producers to become more concerned about efficient fertilizer use. General fertilizer recommendations are being used in raspberry management and much more research is needed in both soil analysis and leaf-tissue analysis before site-specific recommendations appropriate for raspberries are possible. Several deficiencies exist in the present scope of both types of analysis. Leaf-tissue analysis is particularly complex and because of time factors can be misleading. Scientists at the Agassiz research station are conducting detailed studies of plant nutrient uptake and distribution, and a better understanding of the fate of nutrients in plants should result.

Fertilizer costs have been increasing significantly in the last few years, largely because their formation and transportation are closely associated with escalating energy costs. This is forcing farmers to become increasingly concerned with efficient fertilizer use. Farmers are using general fertilizer recommendations for raspberries which do not consider the needs of the crop at a specific location. Soil analyses are sometimes used, but there is little background

Problèmes relatifs à l'élaboration d'un plan de fumure pour la culture des framboisiers

C.G. Kowalenko

En raison de la hausse du coût des engrais, les producteurs se penchent davantage sur l'efficacité des produits. On se sert d'un plan de fumure pour la gestion des framboisiers et il faudra pousser encore plus loin les recherches dans l'analyse des sols et les diagnostics foliaires avant qu'on ne puisse appliquer un plan de fumure objectif aux framboises. Plusieurs éléments manquent encore dans la portée des deux types d'analyse actuels. Les diagnostics foliaires sont tout particulièrement complexes et à cause des intervalles de temps fixés, peuvent être trompeurs. Les chercheurs de la Station de recherches d'Agassiz étudient présentement la fixation et la répartition des éléments nutritifs de la plante afin d'en connaître davantage sur leur influence sur les plants de framboisiers.

Ces dernières années, le coût des engrais a enregistré des hausses importantes, surtout du fait que la composition et le transport des produits fertilisants sont étroitement liés aux coûts de l'énergie, en hausse constante. Cette situation oblige les agriculteurs à une recherche permanente de l'efficacité de leur plan de fumure. À l'heure actuelle, les

Raspberries are usually formed on second year cane while new canes are growing.

Règle générale, les framboises apparaissent sur les tiges de deux ans pendant que les nouvelles pousses grandissent.

information relating the analysis results with yield. This is apparently the case in almost every part of the world where raspberries are commercially grown.

There are many reasons why site-specific fertilizer recommendations have not been derived for raspberries. Raspberries are not an important fruit crop on a worldwide scale; therefore, relatively little research has been done on them, particularly on their nutrient requirements. Since it is a perennial crop, long-term studies are required. Fertilizers may have both long- and short-term effects on yield. There may be immediate increases in yield or berry size after fertilizer applications or the effect may become evident only after several years through an influence on the plant's general health. A strong plant would be better able than a weak plant to withstand harsh winters, disease, weed competition, etc. Raspberries have a relatively complex growth habit. Fruit is usually formed on second year cane; at the same time that fruit is being produced new canes are vigorously growing. During the first half of the growing season there is a relatively high demand for nutrients. Thus it is important to know when, as well as how much, fertilizer should be applied. Numerous combinations of amounts and times of fertilizer applications could be examined.

Both soil and plant analyses are potential methods on which specific fertilizer recommendations can be based.

plans de fumure utilisés pour la culture des framboisiers ne tiennent pas compte des besoins précis de cette culture dans un endroit donné. Des analyses de sol sont effectuées à l'occasion, mais il y a peu d'information de base disponible pour relier les résultats de ces analyses aux rendements. Cette situation se retrouve dans la quasi-totalité des pays pratiquant la culture commerciale des framboisiers.

Plusieurs raisons expliquent l'absence d'un plan de fumure objectif applicable à la culture des framboisiers. À l'échelle mondiale, cette culture ne figure pas au nombre des productions fruitières importantes et, par conséquent, a fait l'objet de relativement peu de recherches, particulièrement en ce qui concerne ses besoins en éléments nutritifs. Plante vivace, le framboisier exige des recherches échelonnées sur de longues périodes. Les engrais peuvent exercer des effets à long et à court termes sur le rendement de cette culture. L'application d'engrais peut conduire à des augmentations immédiates du rendement des framboisiers ou du calibre des baies, ou ne faire sentir ses effets qu'après plusieurs années, grâce à son influence sur l'état général des plants. Un framboisier sain supporte plus facilement les rigueurs de l'hiver, la maladie ou la concurrence des mauvaises herbes qu'un framboisier chétif. Le mode de végétation des framboisiers est relativement complexe. En règle générale, le fruit se forme sur la tige de deuxième année; la pousse de la baie et celle de nouvelles tiges vigoureuses, s'effectuent simultanément. La plante requiert une dose d'éléments nutritifs relativement élevée pendant la première moitié de sa période de végétation, d'où l'importance de savoir quand appliquer les engrais, et à quelle dose. Plusieurs combinaisons de doses et de temps d'application des engrais méritent d'être étudiées.

Un plan de fumure objectif pourrait être élaboré à partir d'analyses de sol et d'analyses végétales. L'épandage des engrais est souvent effectué en bandes parallèles aux lignes des plantes, et il est donc très difficile de prélever un échantillon valable du sol. Selon que l'échantillon du sol a été obtenu sur la bande d'épandage ou non, l'interprétation des résultats de l'analyse sera sensiblement différente. Le moment de l'échantillonnage joue un rôle extrêmement critique en ce qui concerne les éléments nutritifs mobiles. L'azote est très mobile dans les sols des régions humides; l'époque de l'année où l'échantillon est prélevé devient donc un facteur important. Il est tout à fait inutile de procéder à une analyse de la teneur en azote des sols dans les milieux très humides. Il est quelquefois préférable de mener plutôt des analyses végétales, les informations sur les végétaux trouvant une application beaucoup plus générale que les données sur les sols. Voilà pourquoi dans plusieurs coins du monde, y compris au Canada, aux États-Unis, en Pologne, en Norvège, en Allemagne et en

Fertilizer applications are often banded next to the row and this causes serious problems in obtaining a meaningful soil sample. Depending on whether the soil sample is taken on or off the band will markedly affect the interpretation of the analysis. With mobile nutrients, sampling time becomes critical. Nitrogen is quite mobile in soils of humid regions; therefore, the time of year in which a sample is taken becomes important. In most humid environments a soil test for nitrogen is impractical. Plant analyses are sometimes preferred over soil analyses since plant data are more universally applicable than soil data. For this reason leaf tissue analyses have been examined as a fertilizer prediction method in several parts of the world, including Canada, the United States, Poland, Norway, Germany and Britain. Despite this activity, no one has derived a generally accepted, leaf-tissue-based fertilizer recommendation system.

For leaf tissue analyses to be useful for prediction purposes, the concentration of the nutrient over a sampling period of approximately 2 weeks to 1 month must be relatively stable and reflect the plant's nutrient status. Studies have shown that many factors besides the plant's nutrient status affect the nutrient concentration. These include its physiological age, the time of the season, the cane type (old or new), the type of cultivar and the moisture status. A few workers using single year results have shown that stable nutrient concentration plateaus occur for a range of nutrients and have suggested sampling times. However, recent work at Agassiz shows that these plateaus may not occur on the same date from year to year. It appears that for only certain nutrients does a stable plateau occur and that each nutrient element may be stable at a particular time. Leaves would have to be sampled between August 10 and September 25 for potassium, between July 10 and August 15 for magnesium, between September 1 and 20 for phosphorus and during July for manganese. A plateau occurred between July 10 and August 5 for calcium but was not consistent every year. Leaf nitrogen concentration tends to decrease with time during the season and therefore leaves would not be very suitable for nitrogen fertilizer recommendations. And since boron concentration fluctuates somewhat randomly during the growing season, leaf analysis appears unsuitable for boron fertilizer recommendations. In all cases new cane (primocane) is the preferred leaf source.

The need for a variety of leaf sampling times for the nutrient range suggests that nutrient dynamics in raspberries is complex. Relatively little is known about the nutrient physiology of raspberries in which the old cane produces laterals on which the fruit develops at the same time that new canes are rapidly developing. As a result, the uptake and translocation of nutrients and relative distribution in plant parts was largely unknown. A study was conducted in Britain using destructive sampling at several time intervals to examine nutrient uptake and distribution in the plant. We at Agassiz are conducting a similar but more detailed study. These studies will greatly assist in interpreting the fluctuations of leaf nutrient concentrations. Understanding the fate of nutrients in the plant should help in the determination of optimum nutrient management.

Dr. Kowalenko is a soil fertility and biochemistry specialist at the Agriculture Canada Research Station, Agassiz, British Columbia.

Grand-Bretagne, on utilise les diagnostics foliaires comme moyen de prévoir les besoins d'engrais du framboisier. Malgré cela, il n'a pas été possible d'élaborer un plan de fumure fondé sur les diagnostics foliaires qui ait l'assentiment général.

Pour qu'un diagnostic foliaire permette de prévoir les besoins d'engrais, la concentration des éléments nutritifs, pour une période d'échantillonnage d'environ 2 semaines à 1 mois, doit être relativement stable et représentative de l'état des substances fertilisantes de la plante. Des études ont démontré que la concentration des éléments nutritifs de la feuille est influencée par plusieurs autres facteurs, parmi lesquels l'âge physiologique de la feuille, le temps de la saison, la tige (vieille ou nouvelle), la variété obtenue par sélection et les conditions d'humidité. Certains chercheurs ont démontré, à l'aide de résultats obtenus sur une seule année, que, pour un éventail d'éléments nutritifs, un plateau stable de concentration apparaît; ils ont donc proposé des périodes d'échantillonnage. Toutefois, des travaux récemment menés à Agassiz prouvent que, d'une année à l'autre, ces plateaux ne se reproduisent pas nécessairement à la même époque. Il semble qu'un plateau stable n'apparaît que pour certains éléments nutritifs seulement, et que chacun de ces éléments peut être stable à un moment donné. Il faudrait prélever les feuilles entre le 10 août et le 25 septembre pour mesurer le potassium; entre le 10 juillet et le 15 août pour le magnésium; entre le 1er et le 20 septembre, pour le phosphore, et au mois de juillet pour le manganèse. Un plateau est apparu, entre le 10 juillet et le 5 août, en ce qui concerne le calcium, mais ces dates variaient d'une année à l'autre. La concentration d'azote dans les feuilles tend à baisser avec le temps, pendant la saison, et, par conséquent, les feuilles ne pourraient recevoir les plans de fumure à l'azote. La concentration de bore fluctue de façon assez aléatoire pendant la période de végétation, et c'est pourquoi le diagnostic foliaire ne semble pas convenir à l'élaboration de plans de fumure au bore. Dans tous les cas, la nouvelle tige (premier drageon) est l'endroit de prédilection pour la pousse des nouvelles feuilles.

La nécessité d'établir divers temps d'échantillonnage, en fonction des différents éléments nutritifs, donne à penser que, chez les framboisiers, la dynamique de ces éléments est complexe. On connaît peu de chose sur la physiologie des éléments nutritifs des framboisiers, où les anciennes tiges produisent des tiges latérales sur lesquelles se développent le fruit, en même temps que poussent rapidement les nouvelles. C'est pourquoi la fixation totale des substances fertilisantes et leur répartition relative dans la plante étaient largement méconnues. Une étude a été faite en Grande-Bretagne, à l'aide d'un échantillonnage destructif, prélevé à plusieurs intervalles, pour examiner la fixation et la répartition des éléments nutritifs de la plante. Une étude similaire, mais plus détaillée, est en cours à Agassiz. Ces études seront extrêmement utiles pour interpréter les fluctuations des concentrations de substances nutritives dans les feuilles. La connaissance du comportement de ces substances dans la plante devrait nous aider à élaborer des plans de gestion optimale des éléments nutritifs.

M. Kowalenko est spécialiste en fertilité et en biochimie des sols à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Agassiz (C.-B.).

Control of twig and blossom blight on blueberries

C.L. Lockhart

One of the major problems confronting blueberry farmers in Atlantic Canada is crop losses caused by twig and blossom blight. The blight is particularly damaging under wet, foggy conditions during May and early June. Burning the fields every 2 or 3 years partially controls the disease-causing microorganisms, but fails to destroy all sclerotia, especially sclerotia imbedded in the soil. This article describes a new fungicide and a new ground-spray mist application which provides good protection on low and highbush blueberries. The author also provides a recommended schedule for fungicide application.

Disease-caused losses to blueberries are a major concern of Atlantic Canada's blueberry growers. Twig and blossom blight caused by *Monilinia vaccinii-corymbosi* and *Botrytis cinerea* are mainly responsible for these losses. The dominant microorganism is usually the *Monilinia* blight. In 1980, 250 ha were surveyed and *Monilinia* blight was found in 80% of the native fields, with 30% of the field suffering from more than 10% infection. Based on yield data from the 1981 fungicide spray plots, a 9.6% infection of twig and blossom blight significantly reduced the yield of lowbush blueberries by an average of 50%, compared with that of blueberries sprayed for blight control. Control plot yields were similar to the average yields that the commercial native blueberry growers of Nova Scotia obtained in 1981.

Table 1. Effect of fungicides on twig and blossom blight and yields of lowbush blueberry

Treatment	Rate	Spray dates	Twig and blossom blight	Yield
	L or kg/ha		%	t/ha
Funginex	2.8 L	May 4, 14, 21 June 1	0.4	2.4
Funginex 1.9 E	1.7 L	May 4, 14	0.5	2.9
Easout 70WP	1.1 kg	May 21, June 1		
Funginex 1.9 E	2.8 L	May 4, 14	0.6	2.1
Ferbam 76 WP	2.2 kg	May 21, June 1		
Funginex 1.9 E	1.7 L	May 4, 14	0.9	1.7
Ferbam 76 WP	2.2 kg	May 21, June 1		
Funginex 1.9 E	1.7 L	May 4, 14, 21, June 1	1.1	2.0
Easout 70 WP	1.1 kg	May 4, 14, 21, June 1	3.1	2.3
Control	—	—	9.6	1.2

Table 2. Effect of fungicides on twig and blossom blight and yields of highbush blueberries

Treatment	Rate	Blighted twigs	Blighted blossoms	Average number of mummyberries per plant
	L/ha	%	%	no.
Funginex 1.9 E	2.8	0.1	1.7	2
Funginex 1.9 E	1.7	0.2	1.6	16
Control	—	7.1	12.9	90

Lutte contre la pourriture sclérotique du bleuet

C.L. Lockhart

Les pertes dues à la pourriture sclérotique constituent un problème majeur pour les producteurs de bleuets dans la région de l'Atlantique. Cette maladie est particulièrement dévastatrice par temps pluvieux et brumeux au cours du mois de mai et au début de juin. Brûler les bleuetières tous les deux ou trois ans permet de lutter partiellement contre la maladie, sans toutefois détruire les sclérotes enfouis dans le sol. L'article donne la description d'un nouveau fongicide et d'un nouveau mode d'application par nébulisation au sol offrant une bonne protection contre la pourriture sclérotique, et ce, tant sur le bleuet nain qu'en corymbe. L'auteur présente un calendrier d'application des fongicides.

Les pertes causées par les maladies cryptogamiques causent un problème de taille aux producteurs de bleuets de la région de l'Atlantique. La pourriture sclérotique causée par *Monilinia vaccinii-corymbosi* et *Botrytis cinerea* est principalement responsable des pertes attribuées aux maladies cryptogamiques, *Monilinia* étant généralement le microorganisme dominant. En 1980, 250 ha ont été étudiés et 80% des champs indigènes se sont avérés infectés par *Monilinia*, 30% des champs affichant un taux d'infection de plus de 10%. D'après les données de rendement provenant des parcelles d'essais de 1981, un taux d'infection de 9,6% de pourriture sclérotique réduisait significativement le rendement du bleuet nain de 50% en moyenne par rapport à celui du bleuet pulvérisé contre la maladie. Les rendements des parcelles témoins étaient comparables aux rendements moyens obtenus par les producteurs de bleuets nains commerciaux de la Nouvelle-Écosse en 1981.

La Nouvelle-Écosse compte plus 8100 ha de bleuets nains et 51 ha de bleuets en corymbe. Les recettes à la production de bleuets indigènes en 1981 s'élevaient à plus de $6 millions représentant un revenu à l'hectare de $3000 ou un rendement moyen de 1,5 tonne à l'hectare.

La pourriture sclérotique causée par *Monilinia vaccinii-corymbosi* est devenue un problème économique pour le secteur du bleuet en corymbe en 1979 lorsque la maladie est apparue dans deux plantations. Elle a causé des pertes estimées à 33% de la récolte pour un bloc de 0,8 ha. Les pertes ont été réduites au minimum en 1980 et 1981 par suite de l'utilisation de fongicides comme moyen de lutte.

La pourriture sclérotique apparaît dans bon nombre de champs de bleuets nains indigènes, particulièrement ceux dont les sols sont assez détrempés pour entraîner le développement de la maladie au début de la saison de végétation, ou qui sont exposés à un temps pluvieux ou brumeux persistant au cours du mois de mai ou au début de juin. La pourriture peut poser un problème dans les zones où la circulation de l'air est médiocre et où les bleuets demeurent humides pendant un laps de temps prolongé suite à une vague de temps humide ou brumeux. Dans des conditions de pluviosité extrême, la maladie peut causer des pertes de récolte sérieuses, sinon totales.

La pratique qui consiste à brûler les bleuetières tous les deux ou trois ans permet de lutter partiellement contre la maladie puisque les sclérotes qui constituent le stade hiver-

Figure 1. Lowbush blueberry shoot with healthy blossoms.

Photo 1. Pousse de bleuet nain anx fleurs saines.

Figure 2. Lowbush blueberry shoot showing twigs and blossoms infected with Monilinia vaccinii-corymbosi.

Photo 2. Pousse de bleuet nain montrant des ramilles et des fleurs infectées par Monilinia vacinii-corymbosi.

Nova Scotia grows more than 8100 ha of lowbush blueberries and 51 ha of highbush blueberries. Returns to growers in 1981 were more than $6 000 000, a return of $3000/ha and an average yield of 1.5 t/ha.

Twig and blossom blight caused by *Monilinia vaccinii-corymbosi* became an economic problem of the highbush blueberry in 1979 when it appeared in two plantations. It caused an estimated crop loss of 33% in a 0.8 ha block. Growers kept crop losses to a minimum in 1980 and 1981 by applying fungicides.

Twig and blossom blight appears in many native lowbush blueberry fields, particularly those wet enough to support disease development during the early part of the growing season, or are exposed to considerable wet or foggy weather during May or early June. Blight can be a problem in areas which have poor air drainage and the blueberries remain wet for a considerable time following wet or foggy weather. Under extremely wet conditions, blight can cause a severe to complete crop loss.

Burning blueberries every 2 or 3 years partially controls twig and blossom blight. This destroys sclerotia or mummyberries, which are the overwintering stage of the *Monilinia* fungus. Some sclerotia, however, may be missed or become imbedded in the soil. It is these sclerotia which can produce the apothecia and ascospores in the spring to start a new infection. The *Botrytis* fungus overwinters on dead twigs and plant debris and is readily destroyed by burning.

Studies on these diseases have shown that these fungal spores are present in the early spring at the same time as

nant du champignon *Monilinia* sont souvent détruits par le brûlage. Mais cette pratique ne permet pas de détruire tous les sclérotes, surtout ceux qui deviennent emprisonnés dans le sol. Ce sont ceux-là qui sont capables de produire les apothèces et les ascospores le printemps suivant pour amorcer un nouveau cycle d'infection. Le champignon *Botrytis* hiverne sur les ramilles mortes et les débris végétaux, et est facilement détruit par le brûlage.

Les études effectuées sur ces maladies ont révélé que ces spores cryptogamiques se rencontrent au début du printemps en même temps que débute la croissance du bleuet. Les spores de la pourriture sclérotique deviennent infectieux par temps pluvieux au moment de l'éclatement des bourgeons ou de l'apparition des feuilles, et peuvent le demeurer à l'époque de la floraison.

L'utilisation de fongicides efficaces et le moment de leur application sont importants dans la lutte contre la pourriture sclérotique, tant chez le bleuet nain qu'en corymbe. Ces dernières années, la plupart des producteurs de bleuets nains comptaient sur les applications aériennes pour lutter contre la maladie, mais les délais occasionnés par les mauvaises conditions de vol faisaient en sorte que les fongicides de protection ont souvent été appliqués trop tard pour être pleinement efficaces. Il en résulte que les producteurs mettent en doute les avantages que présentent les fongicides dans la lutte contre cette maladie. Toutes ces considérations peuvent aujourd'hui être oubliées

Returns to N.S. blueberry growers in 1981 exceeded $6 million.

En 1981, les recettes à la production de bleuets en Nouvelle-Écosse s'élevaient à plus de $6 millions.

Tableau 1. Effet des fongicides sur la pourriture sclérotique et les rendements du bleuet nain

Traitement	Dose	Dates de pulvérisation	Taux de pourriture	Rendement
	L ou kg/ha		%	t/ha
Funginex	2,8 L	4, 14 et 21 mai 1er juin	0,4	2,4
Funginex 1,9 E Easout 70 PM	1,7 L 1,1 kg	4 et 14 mai 21 mai et 1er juin	0,5	2,9
Funginex 1,9 E Ferbame 76 PM	2,8 L 2,2 kg	4 et 14 mai 21 mai et 1er juin	0,6	2,1
Funginex 1,9 E Ferbame 76 PM	1,7 L 2,2 kg	4 et 14 mai 21 mai et 1er juin	0,9	1,7
Funginex 1,9 E	1,7 L	4, 14 et 21 mai 1er juin	1,1	2,0
Easout 70 PM	1,1 kg	4, 14 et 21 mai 1er juin	3,1	2,3
Témoin			9,6	1,2

Tableau 2. Effet des fongicides sur la pourriture sclérotique du bleuet en corymbe

Traitement	Dose	Ramilles infectées	Fleurs infectées	Nombre moyen de sclérotes par plant
	L/ha	%	%	
Funginex 1,9 E	2,8	0,1	1,7	2
Funginex 1,9 E	1,7	0,2	1,6	16
Témoin		7,1	12,9	90

the growth begins on blueberries. The blight spores are ready to cause infection during wet weather at the time of bud break or emergence of leaves and can continue to cause infection at blossom time.

Effective fungicides and the timing of their application are important in controlling twig and blossom blight in both the lowbush and the highbush blueberries. In recent years, most lowbush blueberry growers have been relying on aerial applications to control twig and blossom blight but delays occur because of poor flying weather and protective fungicides are often applied too late to be fully protective. As a result, growers have been concerned with the benefits of fungicides for blight control. These problems can now be overcome by ground applications of fungicides using the new type of mist sprayers to provide better timing. Secondly, the clearance of triforine (Funginex 1.9 E) for blight control has provided a fungicide which provides excellent control of the ascospores stage or the primary infection source of inoculum for *Monilinia* blight.

Funginex 1.9 E gave excellent control of *Monilinia* blight at 2.8 L/ha on both the lowbush and highbush blueberries (Tables 1 and 2). The cost of *Monilinia* blight control can be reduced by 3 or 4 applications of Funginex at 1.7 L/ha, or using it for the two early applications followed by ferbam or Easout in the last two applications. Funginex 1.9 E, ferbam and Easout are registered for blueberry blight.

Growers should begin fungicide applications for *Monilinia* and *Botrytis* twig and blossom blight at bud break and follow with 2 or 3 applications at 7-10 day intervals. On fields with wet soils or in wet years, it is important to make 4 applications at 7-day intervals up to mid-bloom.

puisqu'à l'aide d'un nouveau type de nébulisateur des applications de fongicides au sol permettent d'obtenir un meilleur synchronisme. Ensuite, avec l'autorisation de la triforine (Funginex 1,9 E) on dispose d'un fongicide qui donne d'excellents résultats au stade des ascospores ou de la source d'infection primaire de l'inoculum de *Monilinia*.

Funginex 1,9 E s'est avéré très efficace contre *Monilinia* à raison de 2,8 L/ha tant sur le bleuet nain et que sur le bleuet en corymbe (tableaux 1 et 2). La lutte contre *Monilinia* peut être moins onéreuse si l'on applique trois ou quatre traitements de Funginex à raison de 1,7 L/ha ou si on l'utilise pour les deux applications précoces, suivies de ferbame ou Easout pour les deux dernières applications. Le Funginex 1,9 E et le ferbame sont autorisés pour la lutte contre la pourriture sclérotique du bleuet.

Il est recommandé d'appliquer les fongicides contre la pourriture sclérotique du bleuet causée par *Monilinia* et *Botrytis* dès l'éclatement des boutons et de poursuivre les applications à raison de deux ou trois à intervalles de 7 à 10 jours. Dans les bleuetières aux sols détrempés ou au cours des années pluvieuses, il importe de faire quatre applications fongicides en commençant à l'éclatement des boutons et de poursuivre les traitements à intervalles de 7 jours jusqu'au milieu de la floraison.

C.L. Lockhart is a plant pathologist at the Agriculture Canada Research Station, Kentville, Nova Scotia.

M. C.L. Lockhard est spécialiste des maladies des plantes à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Kentville (N.-É.).

A new look at an old method of grasshopper control

A.B. Ewen and M.K. Mukerji

Because spraying for grasshopper control is expensive, care must be taken in planning. Although bran bait has been discontinued in favor of liquid sprays, researchers at the Agriculture Canada Research Station, Saskatoon, recently began to investigate the value of bran bait in terms of costs and environmental implications. The authors here describe results of tests using four different insecticides on flaky wheat bran bait. They point out that there appears to be considerable benefit in using dry insecticide baits. Less ingredient is needed, much of the dry bait is consumed by the grasshoppers in a short period and not left where it could be hazardous to beneficial insects, and liquid insecticide drift is avoided.

Methods for protecting crops against grasshoppers must be based on sound ecological and economic principles. Protective measures should maximize the amount and value of the harvest. This can be achieved through the best use of control agents, which depends on the following criteria: time of application, formulation and dosage per application, number of applications, etc.

During the 1930s and early 1940s, poison baits (using bran or sawdust carriers) were the most common and economical methods of protecting crops from grasshoppers. But the use of baits almost disappeared during the late 1940s, after the introduction of organochlorine insecticides. And for the last three decades liquid sprays of chemical insecticides have been most often used. As spraying is a costly investment and an environmental risk, we decided to take a new look at the effectiveness of wheat bran baits as crop protection agents.

We tested commercial formulations of four chemical insecticides on flaky wheat bran bait. The chemicals used were dimethoate and pyridaphenthion (organophosphates), fenvalerate (a synthetic pyrethroid) and propoxur (a carbamate). Also, dimethoate was applied at five rates against predominantly adult grasshopper populations in alfalfa grown for seed.

Of the four compounds tested, dimethoate was the most effective in reducing the 3rd instar grasshopper populations, followed by fenvalerate. Both propoxur and pyridaphenthion were significantly less toxic, with no significant difference between them. Mortality increased up to about 70%, 96 hours after application and then leveled off.

The dosage necessary to reduce an adult population to a given level was considerably higher than that needed to reduce a mainly 3rd instar population to the same level during the same period. For example, 70 g active ingredient (AI)/ha of dimethoate reduced a 3rd instar population by 70%, but 130 g AI/ha of dimethoate were necessary to reduce an adult population by the same amount. We also found that larger quantities of dimethoate-treated bran, up to about 9 kg/ha (containing 290 g AI) would result in higher (86%) mortality in an adult population 96 hours after application. However, more than 3 to 4 kg of

Une vieille méthode de lutte contre les sauterelles revient à la mode

A.B. Ewen et M.K. Mukerji

Comme les pulvérisations antiacridiennes sont coûteuses en termes d'investissement et de risques pour l'environnement, il est essentiel de planifier avec soin les méthodes de lutte utilisées. Bien que les pulvérisations aqueuses aient remplacé les appâts au son, les chercheurs de la Station de recherches d'Agriculture Canada à Saskatoon étudient à nouveau la valeur de ces appâts en fonction de leur coût et de leur répercussions sur l'environnement. Au cours des essais, quatre insecticides différents ont été utilisés sur des appâts faits de flocons de son. Les chercheurs concluent qu'il serait très avantageux d'utiliser des appâts secs d'insecticides pour lutter contre les sauterelles. En effet, ceux-ci nécessitent moins de matières actives et une grande partie de ces matières sont consommées rapidement par les sauterelles au lieu de demeurer dans l'environnement où elles pourraient présenter un danger pour les insectes utiles. En outre, l'entraînement du produit par le vent est ainsi évité.

Les méthodes de protection des cultures contre les sauterelles doivent s'appuyer sur des principes écologiques et économiques sûrs. Leur but est de maximiser les récoltes et les revenus, en faisant notamment le meilleur usage possible des agents de lutte. Divers critères entrent en ligne de compte: choix du moment approprié des traitements, choix d'une formule et d'un dosage efficaces pour chaque application, nombre d'applications, etc. Au cours des années 1930 et au début des années 1940, l'utilisation d'appâts empoisonnés faits de son ou de sciure de bois constituait la méthode la plus fréquente et la plus économique pour protéger les cultures contre les sauterelles. On en a toutefois presque entièrement cessé l'utilisation à la fin des années 1940, par suite de l'introduction d'insecticides organochlorés; c'est ainsi qu'au cours des trois dernières décennies, des pulvérisations aqueuses d'insecticides chimiques ont le plus souvent été utilisées pour lutter contre les sauterelles. Cependant, comme les pulvérisations sont coûteuses, en termes d'investissements et de risques pour l'environnement, nous avons décidé de reconsidérer l'efficacité des appâts.

Les formules commerciales de quatre insecticides chimiques ont été comparées dans des appâts faits de flocons de son. Les produits chimiques utilisés étaient le diméthoate et le pyridaphenthion (organophosphates), le fenvalérate (pyréthroïde de synthèse), et le propoxur (carbamate). Chaque produit a été mis à l'essai contre les populations de sauterelles du 3e instar dans des champs de blé de printemps et de seigle d'automne et dans des pâturages à herbes courtes. Le diméthoate a également été appliqué à raison de cinq doses différentes pour lutter principalement contre les populations de sauterelles, principalement composées d'adultes, dans les champs de luzerne porte-graines. La principale espèce était *Melanoplus sanguinipes* (Fab.), suivie de *M. packardii* Scudder, *M. infantalis* Scudder et *Aeropedellus clavatus* (Thomas); *Camnula pellucida* de même que d'autres espèces diverses étaient

Grasshopper damage to the margin of a seedling spring wheat field. The crop has been sprayed once (note sprayer tracks).

Dégâts causés par les sauterelles en bordure d'un champ de blé de printemps. La culture a été pulvérisée une fois (à remarquer les passages des roues des pulvérisateurs).

treated bran/ha (containing 130 g AI) doesn't appear to be cost efficient; this treatment resulted in about 70% mortality 96 hours after application, and in many instances this mortality would reduce the population to levels that would not be economically important.

Bioassays, designed to measure the relative strength of a substance through time, were conducted on bran treated with dimethoate or fenvalerate (the two most effective insecticides tested). We stored these materials in sealed glass containers or plastic bags at 1°C or 20°C, or in paper bags at 20°C, for varying periods. Mortality of 3rd instar nymphs to these stored baits was similar at the two temperatures used, and ranged from about 95% on day 1 after preparation to 77% on day 75, except that the dimethoate preparation which was stored in plastic bags at 1°C was still over 95% effective more than 300 days after preparation.

There appears to be considerable benefit in using dry baits of insecticides for grasshopper population management, because considerably less active ingredient is needed to achieve a desired population reduction compared with liquid formulations. Our data, for example, show that more than twice as much dimethoate would be required in a liquid spray formulation to reduce grasshopper populations about 70%. Also, the hazard from residue would be slight with a dry bran formulation, because grasshoppers consume most of it within a short time. Treatment of forage crop seed fields with dry baits should greatly reduce the insecticide hazard to pollinating insects. And dry baits should also reduce the hazard from insecticide drift.

Drs. A.B. Ewen and M.K. Mukerji are entomologists at the Agriculture Canada Research Station, Saskatoon.

aussi présentes, mais plus rares.

Des quatre produits, c'est le diméthoate qui s'est révélé le plus efficace pour réduire les populations de sauterelles au 3e instar, suivi du fenvalérate. Le propoxur et le pyridaphenthion ont été tous deux significativement moins toxiques, et la différence entre les deux produits était non significative. Le taux de mortalité a augmenté jusqu'à environ 70%, 96 heures après l'application du produit, puis s'est ensuite stabilisé.

La dose nécessaire pour réduire une population adulte à un niveau donné était beaucoup plus élevée que celle nécessaire pour réduire une population composée principalement d'insectes au 3e instar, durant une même période de temps. Ainsi 70 g MA/ha de diméthoate ont réduit de 70% une population d'insectes au 3e instar alors que 130 g MA/ha ont été nécessaires pour obtenir le même effet sur une population d'adultes. Nous avons également remarqué que lorsqu'on utilise de plus grandes quantités de son traité au diméthoate, soit jusqu'à 9 kg/ha (290 g MA), le taux de mortalité chez une population adulte était plus élevé (86%) 96 heures après l'application. Il semble toutefois que l'utilisation de plus de 3 ou 4 kg de son traité par hectare (contenant 130 g MA) ne soit pas rentable car ce traitement donne un taux de mortalité d'environ 70% après 96 heures, ce qui suffit dans la plupart des cas pour réduire les populations à un niveau inoffensif du point de vue économique.

Des dosages biologiques, conçus pour mesurer la dégradation des produits en fonction du temps, ont été effectués en laboratoire sur le son traité au diméthoate ou au fenvalérate (les deux insecticides testés les plus efficaces). Ces produits étaient conservés dans des contenants de verre scellés, dans des sacs de plastique à 1 ou 20°C, ou dans des sacs de papier à 20°C, pendant diverses périodes de temps. Le taux de mortalité des nymphes du 3e instar par les appâts conservés a été comparable pour les deux températures, et variait entre environ 95% le premier jour après la préparation et 77% après 75 jours, sauf dans le cas de la préparation au diméthoate conservée dans des sacs de plastique à 1°C. Dans ce dernier cas, l'appât était encore efficace à plus de 95%, même 300 jours après sa préparation.

En résumé, il semble y avoir de nombreux avantages à utiliser des appâts secs d'insecticides pour lutter contre les populations de sauterelles, car ceux-ci demandent beaucoup moins de matière active que les préparations aqueuses pour donner les résultats désirés. Ainsi, selon nos données, il faudrait deux fois plus de diméthoate dans les pulvérisations liquides que dans les appâts secs pour réduire d'environ 70% les populations de sauterelles. Par ailleurs, les risques pour l'environnement sont très faibles lorsqu'on se sert d'appâts secs, car la majeure partie est consommée très rapidement par les sauterelles. Ainsi, l'emploi d'appâts secs pour traiter les champs de cultures fourragères permettrait de réduire considérablement les dangers que présentent les insecticides pour les insectes pollinisateurs; cela permettrait également d'éviter les risques d'entraînement par le vent des insecticides.

Al B. Ewen et M.K. Mukerji sont entomologistes à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Saskatoon (Sask.).

Role of surfactants and additives in increasing herbicidal action . . . a possible alternative for food safety

Paul N.P. Chow

Research at the Brandon research station shows that we can increase the effectiveness of some herbicides by combining them with surfactants and inorganic additives. By reducing the application rates of herbicides we can decrease their hazardous effects on food and on the environment. The author's laboratory results confirmed, for example, that the combined effect of Atplus 411F, ammonium sulfate and BAS 9052 on the leaf permeability of corn is phenomenal.

During the past 40 years many researchers have reported that the activity of herbicides can be improved by adding surfactants to the spray solutions. Several new herbicides, however, have not been fully tested in combination with surfactants. Consequently, these herbicides have not been fulfilling their potential and higher rates are being applied to maintain effective weed control. This not only unnecessarily contaminates the environment but increases the cost of chemical weed control.

Several workers, as early as the 1940s, showed that inorganic additives (ammonium sulfate, sodium thiocyanate and sodium bisulfate) increased the herbicidal activity of Sinox (dinoseb) on weed control for several crops. Ammonium thiocyanate also boosted the activity of amitrole so that the amount of amitrole could be reduced from 9 kg/ha to 2.2 kg/ha for controlling quackgrass. In 1959 this mixture (Amitrol T) became the first commercial, premixed herbicide formulation to appear on the market. In 1952, J. Sexsmith at the Agriculture Canada Research Station, Lethbridge, discovered that ammonium phosphate additions to 2,4-D amine sprays improved the control of Russian thistle. Ammonium sulfate and nitrate have apparently been widely used in the U.S.S.R. to increase the effect of 2,4-D salts. Several workers in recent years have reported that surfactants and inorganic salts have important roles in enhancing the activity of several herbicides, especially expensive herbicides such as glyphosate and picloram.

In the face of continual increases in herbicide costs and public concern about chemical use for environmental and food safety reasons, our weed research at the Brandon research station has been concentrated on the potential of combined surfactants and additives for reducing application rates of herbicides for controlling wild oats, the most common weed on the Prairies.

Surfactants are not all alike. One test indicated that the surfactant Atplus 411F had a particular affinity with BAS 9052, a new grass killer, and boosted its toxicity on wild oats, while Citowett had no effect (Table 1). In another test, two surfactants (Atplus 411F and Citowett Plus) and ammonium sulfate improved wild oat control of BAS 9052 (Table 2). The greatest improvement occurred when both surfactant and ammonium sulfate were added to the spray solution. The 0.5% rate is approximately equivalent to 0.5 kg/ha. Although we reduced the rate of BAS 9052 to 0.1

Des herbicides plus efficaces grâce aux surfactifs et aux additifs. . .un progrès dans l'innocuité des aliments

Paul N.P. Chow

Des recherches faites à la Station de recherches de Brandon démontrent qu'on peut augmenter l'efficacité de certains herbicides en les mélangeant à des surfactifs et à des additifs inorganiques. La réduction des doses d'herbicides, diminue leurs effets nocifs sur la nourriture et l'environnement. Les résultats obtenus en laboratoire par l'auteur confirment, par exemple, que l'effet combiné du surfactif Atplus 411F, du sulfate d'ammonium et du BAS 9052, sur la perméabilité de la feuille de maïs est phénoménal.

Au cours des 40 dernières années, de nombreux chercheurs ont fait état de la possibilité d'accroître l'activité des herbicides par l'addition de surfactifs aux bouillies de pulvérisation. Toutefois, plusieurs nouveaux herbicides n'ont pas été étudiés à fond en combinaison avec des surfactifs, si bien que leur efficacité optimale reste à déterminer et que des taux plus élevés sont utilisés pour assurer un désherbage convenable. Il en résulte non seulement une plus forte contamination du milieu, mais aussi un coût plus élevé du traitement herbicide.

Déjà dans les années 1940, plusieurs chercheurs ont établi que des additifs inorganiques (sulfate d'ammonium, thiocyanate de sodium, bisulfate de sodium) augmentaient le pouvoir herbicide du Sinox (dinoseb) pour le désherbage de plusieurs cultures. Le thiocyanate d'ammonium accroissait de même l'activité de l'amitrole, réduisant de 9 kg/ha à 2,2 kg/ha la dose recommandée pour l'enraiement du chiendent. En 1959, ce mélange (Amitrol T) est devenu la première préparation herbicide composée à faire son apparition sur le marché. En 1952, J. Sexsmith de la Station de recherches d'Agriculture Canada à Lethbridge, signalait que l'addition de phosphate d'ammonium aux bouillies de 2,4-D amine permettait une lutte plus efficace contre la soude commune. On sait également que le sulfate et le nitrate d'ammonium ont été utilisés sur une vaste échelle en Russie pour améliorer l'activité des sels de 2,4-D. Au cours des dernières années, plusieurs chercheurs ont mis en évidence le rôle important des surfactifs et des sels inorganiques dans l'accroissement de l'activité de plusieurs herbicides, en particulier celle de produits coûteux tels que le glyphosphate et le picloram.

Vu la montée ininterrompue du coût des herbicides et les inquiétudes du public au sujet de la contamination du milieu et des aliments par l'emploi de produits chimiques, la recherche en malherbologie à la Station de Brandon s'est concentrée ces dernières années sur l'utilisation de surfactifs et d'additifs en combinaison avec les herbicides afin d'en réduire les taux d'application dans la lutte contre la folle avoine, mauvaise herbe la plus répandue dans les Prairies.

Les surfactifs n'ont pas tous les mêmes propriétés. Un test a révélé que le surfactif Atplus 411F avait une affinité particulière pour le BAS 9021, un nouveau désherbant, et accroissait sa toxicité pour la folle avoine, tandis que le

kg/ha, the boosted activity controlling wild oats was similar to that obtained at a 0.3 kg/ha rate in other tests. This test indicated that rates of certain herbicides can be reduced by adding an appropriate surfactant and inorganic additive to the spray solution. This does not mean, however, that the activity of all herbicides can be improved by adding a surfactant and ammonium sulfate. Further research is needed to determine this for a broad range of herbicides.

Why the efficiency of some herbicides increases with surfactants and inorganic additives remains obscure. The interactions among surfactants, herbicides and plants are complex. Surfactants, among other things, may (1) improve the coverage on the leaf surface, (2) remove air pockets between the spray and leaf surface, (3) reduce interfacial tension between polar and non-polar submicroscopic regions of the cuticle, (4) induce stomatal entry, (5) increase permeability of the plasma membrane and (6) act as a humectant. All these factors help the deposited herbicides to penetrate and spread through plants, thus increasing the availability of herbicides at the site of action and increasing toxicity to weeds.

The surfactant's concentration is also critical in determining the physico-chemical properties. Maximum reduction in surface tension occurs in the concentration ranging

Citowett n'avait aucun effet (Figure 1). Dans un autre essai, deux surfactifs (Atplus 411F et Citowett Plus) et le sulfate d'ammonium ont amélioré l'efficacité du BAS 9052 contre la folle avoine (Figure 2). Les meilleurs résultats ont été obtenus par l'addition des deux surfactifs et du sulfate d'ammonium à la bouillie de pulvérisation. Le taux de 0,5% correspond approximativement à 0,5 kg/ha. Bien qu'on ait réduit la dose de BAS 9052 à 0,1 kg/ha, l'activité accrue de l'herbicide a permis un enraiement de la folle avoine comparable à celui obtenu avec un taux de 0,3 kg/ha dans d'autres essais. Cette expérience montre donc qu'il est possible de réduire les taux d'application de certains herbicides en ajoutant à la bouillie de pulvérisation les surfactifs et les additifs inorganiques appropriés. Toutefois, il faut se garder de conclure qu'une telle pratique accroîtrait l'activité de tous les herbicides. Des recherches supplémentaires seront nécessaires pour déterminer si cela vaut aussi pour les herbicides à large spectre.

Les raisons précises expliquant pourquoi les surfactifs et les additifs inorganiques accroissent l'activité de certains herbicides demeurent obscures. Les interactions entre les surfactifs, les herbicides et les plantes sont complexes. L'action des surfactifs peut découler de plusieurs facteurs, y compris (1) une meilleure couverture de la surface fo-

Table 1. Effect of surfactants on BAS 9021 on the growth of rapeseed and wild oats

Formulation	Fresh weight	
	Rapeseed leaves	Wild oat shoots
	g/pot	
Unsprayed check	38	18
BAS 9021 0.1 kg/ha	39	12
BAS 9021 0.1 kg/ha + Atplus 411F 0.5%	40	2
BAS 9021 0.1 kg/ha + Citowett 0.5%	41	11
BAS 9021 0.1 kg/ha + Renex-36 0.5%	40	6

Tableau 1. Influence des surfactifs combinés au BAS 9021 sur la croissance du colza et de la folle avoine

Mélanges	Poids frais	
	Feuilles de colza	Pousses de folle avoine
	g/pot	
Parcelle témoin	38	18
BAS 9021 0,1 kg/ha	39	12
BAS 9021 0,1 kg/ha + Atplus 411F 0,5%	40	2
BAS 9021 0,1 kg/ha + Citowett 0,5%	41	11
BAS 9021 0,1 kg/ha + Renex-36 0,5%	40	6

Table 2. Effect of surfactants and ammonium sulfate on BAS 9052 control of wild oats

Formulation	Unsprayed check	BAS 9052 0.1 kg/ha	BAS 9052 0.1 kg/ha + Atplus 411F 0.5%	BAS 9052 0.1 kg/ha + Citowett Plus 0.5%	BAS 9052 0.1 kg/ha + ammonium sulfate 0.5%	BAS 9052 0.1 kg/ha + Atplus 411F 0.5% + ammonium sulfate 0.5%	BAS 9052 0.1 kg/ha + Citowell Plus 0.5% + ammonium sulfate 0.5%
Shoot fresh weight g/pot	6.7	2.9	1.3	2.2	1.7	1.0	0.6

Tableau 2. Influence des surfactifs et du sulfate d'ammonium sur l'enraiement de la folle avoine obtenu à l'aide du BAS 9052

Mélanges	Parcelle témoin	BAS 9052 0,1 kg/ha	BAS 9052 0,1 kg/ha + Atplus 411F 0,5%	BAS 9052 0,1 kg/ha + Citowett Plus 0,5%	BAS 9052 0,1 kg/ha + Sulfate d'ammonium 0,5%	BAS 9052 0,1 kg/ha + Atplus 411F 0,5 + Sulfate d'ammonium 0,5%	BAS 9052 0,1 kg/ha + Citowett Plus 0,5% + Sulfate d'ammonium 0,5%
Poids frais des pousses, g/pot	6,7	2,9	1,3	2,2	1,7	1,0	0,6

Table 3. Effect of Atplus 411F surfactant and ammonium sulfate with BAS 9052 on the permeability of corn leaves, as measured by solute conductivity in incubating solution

Formulation	Unsprayed check	BAS 9052 0.2 kg/ha	BAS 9052 0.2 kg/ha + Atplus 411F 0.5%	BAS 9052 0.2 kg/ha + Atplus 411F 0.5% + ammonium sulfate 0.5%
Solute conductivity of corn leaf discs (%)	100	128	200	254

Spraying near Brandon, Manitoba.

Opérations de pulvérisation près de Brandon, au Manitoba.

from 0.01 to 0.1%. At high concentrations, in the micelle concentration range, the surface tension remains constant but the surfactant micelle may solubilize the leaf cutin and subsequently remove the wax. Increased permeability may occur because the surfactant solubilizes into plasma-membrane, displacing fatty acid molecules and opening up the membrane. The cell wall may be solubilized, thus permitting the sap to leak into the intercellular spaces. The enhanced permeability of the herbicide into the cells increases the possibilty of protoplasmic toxicity.

There has been little research on the effect of inorganic salts on herbicide performance, hence the way these additives act is not fully understood. It has been known for many years, however, that inorganic solute can have profound effects on growth, especially in the presence of auxin hormone. Several plant physiologists have shown that inorganic salts may alter numerous hormonal and developmental functions in plants, for example, the specific binding of the auxin to plasma lemina may have solubilizing effects on proteins, may alter the nucleic acid properties and enzyme activities, and may change the fine structure (configuration) of membrane and macromolecules through its influence on surface charge and water lattices. All of these effects may alter the permeability of membranes. Our laboratory results confirmed that the combined effect of Atplus 411F, ammonium sulfate and BAS 9052 on the leaf permeability of corn, a species susceptible to the herbicide, is phenomenal (Table 3).

Dr. Paul N.P. Chow is a research scientist at the Agriculture Canada Research Station, Brandon, Manitoba.

Tableau 3. Influence du surfactant Atplus 411F et du sulfate d'ammonium en combinaison avec le BAS 9052 sur la perméabilité des feuilles de maïs (mesurée par la conductivité du soluté en solution mise à l'incubation)

Mélanges	Parcelle témoin	BAS 9052 0,2 kg/ha	BAS 9052 0,2 kg/ha + Atplus 411F 0,5%	BAS 9052 0,2 kg/ha + Atplus 411F 0,5% + Sulfate d'ammonium 0,5%
Conductivité (%) du soluté par les disques des feuilles de maïs	100	128	200	254

liaire, (2) l'élimination des poches d'air entre la bouillie et la surface foliaire, (3) la réduction de la tension interfaciale entre les régions ultramicroscopiques polaires et non polaires de la cuticule, (4) l'ouverture des stomates, (5) l'accroissement de la perméabilité de la membrane plasmique, et (6) son pouvoir humectant. Tous ces facteurs contribuent à la pénétration et au transport dans la plante des herbicides appliqués. Il en résulte une plus grande disponibilité des herbicides là où ils peuvent agir et, partant, une plus grande toxicité pour les mauvaises herbes.

La concentration du surfactif joue également un rôle critique dans la détermination de ses propriétés physicochimiques. La réduction maximale de la tension superficielle se produit à une concentration allant de 0,01 à 0,1%. À concentration suffisamment élevée pour la formation de micelles, la tension superficielle demeure constante, mais les micelles de surfactifs peuvent solubiliser la cutine foliaire et entraîner l'élimination de la cuticule. Une perméabilité accrue peut en résulter car le surfactif se solubilise dans la membrane plasmique, délogeant les molécules d'acides gras et «ouvrant» la membrane. La paroi cellulaire peut être solubilisée, ce qui permet à la bouillie de pénétrer dans les espaces intercellulaires. L'augmentation de la perméabilité de la cuticule et de la membrane plasmique joue en faveur de la toxicité protoplasmique.

Peu de recherches ont été effectuées sur l'influence des sels inorganiques sur l'efficacité des herbicides, si bien que leur mode d'action n'est pas pleinement compris. Toutefois, on sait depuis nombre d'années que les sels inorganiques en solution peuvent avoir des effets considérables sur la croissance des plantes, en particulier en présence d'auxines. Plusieurs physiologistes des plantes ont établi que les sels inorganiques pouvaient modifier de nombreuses fonctions hormonales et fonctions de développement des plantes, par exemple, la liaison spécifique de l'auxine au plasmalemme, tendre à solubiliser les protéines, changer les propriétés de l'acide nucléique et l'activité des enzymes, et modifier la microstructure (configuration) des membranes et des macromolécules par son influence sur la tension superficielle et les réseaux hydriques. Tous ces effets peuvent influer sur la perméabilité des membranes. Nos essais en laboratoire ont confirmé que l'effet combiné de l'Atplus 411F, du sulfate d'ammonium et du BAS 9052 sur la perméabilité des feuilles du maïs, espèce sensible à l'herbicide, était phénoménal (Figure 3).

M. Paul N.P. Chow est un chercheur à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Brandon (Man.).

ECHOES from the field and lab / ÉCHOS des labos et d'ailleurs

ALCOHOL INJECTION FOR DIESEL ENGINES At the Agriculture Canada Research Station, Swift Current, Saskatchewan, a project is under way to make alcohol a suitable fuel extender in diesel engines. Engines now can be operated by mixing pure alcohol, called anhydrous alcohol, with the gas or diesel oil in a fuel tank. This method, however, poses several problems. Any addition of water, even condensation at low temperatures, can cause the alcohol to separate. Alcohol vaporization will result in a loss of power or a stalled engine. To prevent this, pure anhydrous alcohol is used, but it is expensive to produce.

Mark Stumborg and Doug Campbell, two energy engineers at the Swift Current station, are attempting to overcome these difficulties. The engineers have devised an alcohol-injected turbo-charged engine. Included in the design is a separate system to inject the alcohol into the engine. This mechanism is made up of an alcohol tank, alcohol pump, conical spray nozzle and pressure regulator.

Since the tanks for the diesel fuel and the alcohol are located separately, less expensive, non-pure alcohol can be used.

The engineers are optimistic about the one-year-old project. "No other researchers in Canada are doing work exactly along this line and so far we've had every indication that it will work," says Mr. Campbell.

A system of alcohol injection in a turbo-charged diesel engine had been developed in the United States but because the mechanism was poor, work on the project ceased. "The basic problem with the American system was that the alcohol was being injected in front of the turbo-charger causing erosion and corrosion of its blades. In our system the alcohol is injected after the turbo-charger," explains Mr. Campbell.

If Mr. Stumborg and Mr. Campbell do succeed in building an acceptable alcohol injected turbo-charged diesel engine, the benefits to farmers who use diesel powered tractors will be significant.

SOLAR ENERGY GREENHOUSE PROJECT A new government-industry research project will evaluate the latest solar energy technology to heat commercial greenhouses. Agriculture Canada will provide $558 000 towards the greenhouse project. The federal funding comes from the National Energy Program through the National Research Council's Solar Program and will pay for monitoring equipment, the research staff and the energy-saving technology. Tom Jewett, a greenhouse energy engineer at the Agriculture Canada Research Station, Harrow, Ontario, will be in charge of the project on behalf of Agriculture Canada.

The greenhouse, equipped with the most advanced energy-saving technology, will be constructed at Leamington, Ontario, by the Ontario Research Foundation and a local greenhouse grower. The greenhouse will use many energy-saving innovations. In cold weather, instead of venting excess heat to the outside during periods of sunshine, as is done in conventional greenhouses, the solar greenhouse will use a chiller. The chiller will cool the air in the greenhouse to the required temperature. The heat

LES MOTEURS DIESELS À la Station de recherches d'Agriculture Canada à Swift Current, (Sask.), des scientifiques essaient d'utiliser de l'alcool comme allongeur pour les moteurs à combustible diesel. Dès maintenant, ces derniers peuvent fonctionner avec un mélange d'alcool pur (alcool absolu) et d'essence ou de combustible diesel. Cependant cette méthode soulève plusieurs problèmes. Toute addition d'eau, même la condensation de vapeur par basse température, peut causer la séparation de l'alcool et son évaporation, ce qui entraîne une perte de puissance ou le grippage du moteur. On utilise donc l'alcool absolu, mais sa fabrication coûte cher.

Mark Stumborg et Doug Campbell, ingénieurs en sciences de l'Energie, de la Station de Swift Current essaient de surmonter ces difficultés en inventant un moteur à injection à l'alcool suralimenté par turbine. Un système distinct composé d'un réservoir, d'une pompe, d'un gicleur conique et d'un régulateur de pression injecterait l'alcool dans le moteur.

Comme les réservoirs de combustible diesel et d'alcool sont séparés, il est possible d'utiliser un alcool meilleur marché.

Les ingénieurs se montrent optimistes quant au projet sur lequel ils travaillent depuis un an. «Nous sommes les seuls au Canada à poursuivre des recherches dans ce domaine particulier et tout nous laisse à penser que celles-ci porteront fruit,» affirme M. Campbell.

Les Américains avaient un système d'injection d'alcool pour moteur diesel suralimenté par turbine mais ils ont laissé tomber le projet parce qu'ils n'arrivaient pas à en mettre le mécanisme au point. «Le problème fondamental du système américain résidait dans l'injection de l'alcool avant la suralimentation qui entraînait l'érosion et la corrosion des lames de la turbine. Le moteur canadien fait l'inverse» explique l'ingénieur.

Si MM. Stumborg et Campbell réussissent à construire un moteur diesel à injection d'alcool suralimenté par turbine acceptable, les agriculteurs qui ont un tracteur muni de ce type de moteur pourraient en tirer des avantages importants.

PROJET D'AMÉNAGEMENT D'UNE SERRE FONCTIONNANT À L'ÉNERGIE SOLAIRE Dans le cadre d'un nouveau projet de recherche parrainé par l'État et le secteur privé, des scientifiques étudieront les possibilités des dernières techniques d'utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage des serres commerciales. Agriculture Canada investira $558 000 dans le projet de la nouvelle serre. Les fonds fédéraux, qui couvriront l'achat du matériel de contrôle, les frais afférents au personnel de recherche et les dispositifs d'économie d'énergie, proviennent du Programme énergétique national par l'entremise du Programme sur l'énergie solaire du Conseil national de la recherche. Pour Agriculture Canada, c'est Tom Jewett, ingénieur énergéticien pour les serres, rattaché à la Station de recherches de Harrow, Ontario, qui sera responsable du projet.

La nouvelle serre, qui sera dotée d'un dispositif économiseur d'énergie des plus perfectionnés, sera construite à

rejected by the chiller will be stored in water tanks located underneath the greenhouse and later used to heat the building.

The chiller will also condense excess water vapor in the air to control the relative humidity in the greenhouse. Heat extracted from the water vapor during the condensation process will also be added to the stored heat in the water tanks.

The greenhouse will also have conventional energy-saving devices, such as thermal curtains, perimeter and north wall insulation, and an air-tight, air-inflated double polyethylene construction.

The cost of the chiller system in the research greenhouse will be about one-third more than the cost of a conventional energy-efficient greenhouse. However, Agriculture Canada researchers estimate that the extra cost is equal to about 10 years of natural gas use, 7 years of oil use or 4 years of propane use in a conventional greenhouse.

The solar heating system built at Leamington has the potential to reduce greenhouse fuel requirements as much as 55% when compared with conventional energy-efficient greenhouses. It is one of the country's most promising concepts for solar energy use in greenhouses.

FEDERAL SCIENTIST INVESTIGATES BLACKFLIES An Agriculture Canada scientist is working against time to prevent outbreaks of new blackfly species that threaten the livestock industry in central Saskatchewan. Hartley Fredeen, an entomologist at the Agriculture Canada Research Station, Saskatoon, is studying blackflies, a major livestock pest near mountain-fed rivers in Saskatchewan. He is concerned about trends he has seen in recent years in blackfly populations along the Saskatchewan River.

In the late 1960s, several large dams were built on the North and South Saskatchewan Rivers. The dams dropped summertime water levels in the lower reaches of both rivers. Because of this, the blackfly species that breed in these rivers have changed.

Simulium arcticum, the most common species before the dams were built, has gradually been replaced by Simulium luggeri. Arcticum was a problem because it sometimes killed cattle with the toxins in its bite. Luggeri is not lethal, but Mr. Fredeen says it is even more of a threat to the cattle industry. Luggeri attacks differently. It swarms about the animals' heads, frequently causing cattle to stampede and sometimes push through fences.

The new pest is also more serious because it attacks all summer long, whereas arcticum attacks only in spring. After breeding in the rivers, blackflies spread out into about 1 to 3 mil. ha in east-central Saskatchewan. They sometimes occur in such large numbers throughout a summer that animals being attacked will show reduced weight gains. Cow-calf operators have observed losses of up to 50 kg/calf on the range. That is more than enough to make an operation unprofitable.

Stress from blackfly attacks also weakens cattle against pink eye, pneumonia and scours. Bulls can become impotent and breeding seasons delayed. This results in lighter weaned calf weights the following year. In addition, the pests also increase production costs. Supplementary feeding is required when animals are not grazing properly. Ranchers also have to pay more for veterinary work and for extra riders to look after the animals.

Leamington (Ont.) par la Fondation de recherche de l'Ontario et un serriculteur de cette localité. L'installation modèle mettra à profit plusieurs nouveaux principes d'économie d'énergie. Par temps froid, au lieu d'expulser la chaleur en trop à l'extérieur durant les périodes d'ensoleillement comme il est d'usage dans les serres traditionnelles, la serre solaire utilisera un refroidisseur. Ce refroidisseur rafraîchira l'air ambiant dans la serre jusqu'à la température désirée. La chaleur expulsée par le refroidisseur sera recueillie dans des citernes situées sous la serre et servira ensuite à chauffer l'installation lorsque ce sera nécessaire.

En outre, le refroidisseur condensera l'excès de vapeur d'eau contenu dans l'air afin de contrôler l'humidité relative dans la serre. La chaleur extraite de la vapeur d'eau pendant le processus de condensation ira retrouver celle que contiennent déjà les réservoirs souterrains.

La serre fera également appel à des méthodes conventionnelles pour économiser l'énergie, notamment l'utilisation d'écrans thermiques, l'isolation de la base et du mur nord, de même que d'une paroi étanche gonflable à double épaisseur de polyéthylène.

Le coût du système refroidisseur de cette serre solaire dépassera d'environ un tiers celui d'une serre traditionnelle économe en énergie. Toutefois, les chercheurs d'Agriculture Canada estiment que la différence équivaut à environ 10 années d'utilisation de gaz naturel, 7 années d'huile à chauffage ou 4 années de propane dans une serre ordinaire.

Le système de chauffage à l'énergie solaire aménagé à Leamington permettrait une économie de combustible de 55% par rapport au principe de la serre traditionnelle. Ce mode d'utilisation de l'énergie solaire dans les serres, est l'un des plus prometteurs.

«Ce projet, termine M. Jackson, constitue une étape cruciale dans la quête d'une solution aux problèmes de chauffage des serriculteurs et pourrait favoriser l'expansion de ce secteur.»

UN CHERCHEUR ÉTUDIE LES MOUCHES NOIRES Un chercheur d'Agriculture Canada s'est engagé dans une course contre la montre afin de prévenir les infestations de nouvelles variétés de mouches noires qui menacent le secteur de l'élevage des bestiaux dans le centre de la Saskatchewan. M. Hartley Fredeen, entomologiste à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Saskatoon, (Sask.), étudie actuellement la mouche noire, un grand fléau depuis toujours dans cette province pour l'élevage du bétail dans les environs des rivières prenant leur source dans les montagnes. Il s'inquiète particulièrement de certaines tendances qu'il a remarquées chez les populations de mouches noires des bords de la rivière Saskatchewan depuis quelques années.

À la fin des années 1960, on a construit sur la Saskatchewan Nord et la Saskatchewan Sud plusieurs barrages importants qui ont eu pour effet d'abaisser le niveau estival de l'eau des deux rivières. Cette modification du milieu a entraîné le remplacement de l'espèce de mouche noire qui se reproduisait dans ces rivières par une autre espèce.

En effet, la *Similium arcticum*, l'espèce la plus commune avant la construction des barrages, a graduellement fait place à la *Similium luggeri*. Même si la première espèce provoquait quelquefois la mort des bovins en raison de la

In regions where blackfly attacks are worst, some ranchers have quit the beef and dairying business. Land, which is best suited for pasture, is being turned over to cereal production. To help stem the blackfly attacks, Mr. Fredeen has been looking at ways to control the pests at their source—the rivers. He has been testing selective larvicides to kill immature blackflies at their limited breeding sites. Only those larvicides that are relatively harmless to other insects and fish are included in the research program.

Mr. Fredeen is also investigating cattle protection from adult blackflies. In the past, spraying has not been economical for range cattle, which have to be rounded up for spraying. However, synthetic pyrethroids offer new hope for longer-lasting sprays.

These insecticides may also be impregnated into an ear-tag and attached to the animal. This may give partial protection for a summer. The tags may also give protection against other biting insects such as mosquitoes and horse flies. These tags are now registered for use against horn flies. In tests, cattle wearing the ear tags showed greater weight gains over the summer than untagged animals.

The insecticides that Mr. Fredeen is studying are not yet registered for use against blackflies. But he hopes to soon finish his environmental impact studies of these control chemicals so they may be available to cattle producers in Saskatchewan in the future.

ALFALFA BLOAT PROJECT Alfalfa, already the number one forage legume in the world, may become even more important for livestock producers thanks to work being done by a team of federal agricultural scientists.

Alfalfa is a popular forage crop because it supplies up to 100% more animal weight gain than does grass from a similar area. However, alfalfa has one major drawback—it sometimes causes gas to form in livestock rumen, resulting in alfalfa bloat.

Bacteria in the rumen can produce gas in alfalfa forage at a rate of about 12 L/hr. The bloat reduces feed intake and weight gains and can also put pressure on the animal's heart and lungs, sometimes resulting in death. In western Canada, livestock operations lose on average about $450/yr because of animal losses due to bloat.

Federal scientists at several research stations in western Canada, led by Ron Howarth at the Agriculture Canada Research Station, Saskatoon, have been working on a project to eliminate alfalfa bloat. It is the only such project in the world.

The initial step in the research was to identify the causes for bloat. It was already known that the presence of high protein levels was one cause. The scientific team also discovered that the rumen bacteria quickly broke down the cell walls in the legume plant tissue. A combination of these two characteristics is responsible for bloat.

Tests were begun to screen alfalfa varieties to find ones that had stronger cell walls. Several new strains show promise.

To prove that the new strains do indeed have lower bloat potential, full-scale animal feeding tests will begin in 1985 on pastures at Kamloops.

Although bloat research is time-consuming and costly the potential savings for livestock producers in western Canada are tremendous, because the dryland areas in the west are particularly suited to alfalfa forage production.

toxicité de sa salive, l'espèce *luggeri* est, selon M. Fredeen, une menace encore plus grave pour le secteur de l'élevage des bovins, même si sa piqûre n'est pas mortelle. L'espèce *luggeri* attaque différemment. L'insecte tourne autour de la tête des animaux et les rend fous. Souvent les bovins vont s'enfuir à la débandade à cause des mouches noires et vont même foncer à travers les clôtures.

Cet insecte est aussi plus nuisible du fait qu'il attaque pendant tout l'été, alors que l'espèce *articum* ne se manifeste qu'au printemps.

Après s'être reproduites dans les rivières, les mouches noires se répandent sur environ un à trois millions d'hectares dans le Centre-Est de la Saskatchewan. Elles sont parfois en si grand nombre au cours de l'été que les animaux affichent une baisse de gain de poids. Les naisseurs ont enregistré des pertes d'environ 50 kilogrammes par veau sur les pâturages et cela est parfois suffisant pour compromettre la rentabilité d'une exploitation.

Les bovins sont également affaiblis par le stress causé par les attaques de mouches noires et deviennent plus sensibles à la kératite contagieuse des bovins, la pneumonie et la dysentrie. Les taureaux sont aussi frappés d'impuissance et les saisons de reproduction sont retardées. Le poids des veaux sevrés, l'année suivante est alors inférieur. En outre, ce fléau fait également grimper les coûts à la production. Une alimentation supplémentaire est nécessaire lorsque les bovins ne paissent pas adéquatement. Les éleveurs doivent aussi payer des frais de vétérinaires et de surveillance supplémentaires.

Dans les régions les plus touchées, certains éleveurs et producteurs laitiers ont plié bagage. Leurs terres servent maintenant à la production céréalière alors qu'elles sont pourtant mieux adaptées à la paissance. Afin d'aider à enrayer les infestations, M. Fredeen a étudié les moyens de réprimer les insectes à la source, soit dans les rivières. Il a mis à l'épreuve des larvicides sélectifs en vue de tuer les mouches noires immatures dans leurs aires restreintes de reproduction. Seuls les larvicides inoffensifs aux poissons et aux autres insectes sont utilisés dans ce programme de recherche.

L'entomologiste se penche également sur la protection des bovins contre les mouches noires adultes. Par le passé, la pulvérisation n'a pas été une solution économiquement efficace pour les bovins de pâturages naturels puisqu'ils doivent être regroupés avant de procéder à la pulvérisation. Toutefois, les pyréthrines synthétiques amènent de nouveaux espoirs en raison de leur plus longue durée d'efficacité.

Une étiquette d'oreille imprégnée d'insecticide peut être fixée à l'oreille de l'animal et le protéger partiellement pendant un été. Les étiquettes peuvent protéger également les animaux contre d'autres insectes piqueurs, notamment les moustiques, les taons. Les étiquettes contre les mouches des cornes sont maintenant homologuées. Au cours des tests, les bestiaux qui portent une étiquette à l'oreille prennent plus de poids au cours de l'été que les autres.

Les insecticides étudiés par M. Fredeen ne sont pas encore homologués pour la lutte contre les mouches noires. Toutefois, l'entomologiste espère terminer bientôt son étude des effets de ces antiparasitaires chimiques sur le milieu afin qu'ils puissent à l'avenir être mis à la disposition des éleveurs de bovins de la Saskatchewan.

Increased alfalfa production would also mean less need for expensive nitrogen fertilizer as alfalfa is a nitrogen-fixing legume. It would also remove the need for the rancher to keep a close eye on his range to detect bloat before it can kill his animals.

ENERGY CROPS The weeds that farmers fight to control today could be a promising crop in the future. These weeds and several other little-grown crops in Canada, such as the fodder beet and Jerusalem artichoke, as well as some conventional grains and oilseeds, are now being looked at as sources of energy, chemicals and food products.

Growing weeds commercially to produce energy fuels is one of several projects being undertaken by Agriculture Canada scientists and other researchers as part of the federal department's Energy Research Development in Agriculture and Food program (ERDAF). These projects are still in their early stages, but they could help Canada produce energy from plants without diminishing food production.

There are three economic factors that must be considered in establishing the feasibility of growing a crop for energy purposes. The first is the actual production cost. The second is the price being paid for the crop in food or other markets if that crop is now grown for such purposes. Finally, it must be determined if the land under consideration could more economically grow another crop.

In addition, there are costs to be considered for treatment, conversion, extraction, distribution and marketing of the products from energy crops.

The aim of the ERDAF research program is to increase opportunities to provide fuel supplies from crops and to build and diversify markets for food, feed, fiber and fuel products from these crops.

FARMBANK Agriculture Canada has a new computer service to provide commodity information to organizations involved in Canadian agriculture. Called FARMBANK, the service is a time series data base maintained by the department's Marketing and Economics Branch.

FARMBANK was designed primarily to assist market analysts in government offices, trade organizations, producer groups, businesses and other organizations. "It could save them the time and cost of maintaining a similar data base," says Marika Nemeth, Agriculture Canada's coordinator for the FARMBANK project.

FARMBANK contains detailed information on prices, production, stocks, consumption, imports and exports for all major grains, livestock, dairy, and poultry and egg products on a regional, national and international basis. It also contains farm income statistics, retail prices and general economic data.

The data base was collected from many sources, including the federal government, provincial governments, the U.S. Department of Agriculture, the U.N. Food and Agriculture Organization and the International Monetary Fund.

The service makes available selected weekly, monthly, quarterly and annual data from as far back as 1965.

FARMBANK is available on-line using a computer terminal and a telephone link-up for a monthly fee from the Conference Board of Canada or from Datacrown Inc., the two distributors of the service.

L'AFFAISSEMENT DES SOLS ORGANIQUES Les sols organiques, sous l'effet du drainage et de la mise en culture, sont sujets à l'affaissement. Ce taux d'affaissement varie de 1 à 2 cm par année, ce qui peut provoquer la disparition de ces sols d'ici 30 à 50 ans puisqu'un grand nombre d'entre eux ont une profondeur de moins de 1 m.

Comme moyen d'arrêter ou du moins d'atténuer ce phénomène, des chercheurs de la Station de recherches d'Agriculture Canada de Saint-Jean (Québec) ont notamment étudié les effets de l'addition de cuivre au sol.

Les sols organiques sont le résultat de la décomposition avancée de matériel végétal tel que roseaux, joncs, mousse et arbres. Dans des conditions naturelles spécifiques comme dans le cas d'une tourbière, la décomposition de la matière organique est très lente.

Cependant le travail de la terre, bien que nécessaire aux cultures, aère le sol et accélère le processus de décomposition et donc d'affaissement. Les micro-organismes responsables de la décomposition sont en effet plus actifs en présence d'oxygène.

Les recherches effectuées à la Station de Saint-Jean ont cependant démontré que des applications de cuivre en mélange avec les engrais permettent de réduire l'action de ces micro-organismes sans nuire aux cultures et sans diminuer l'efficacité des antiparasitaires (Fonofos et Carbofuran employés dans la lutte contre la mouche de l'oignon).

Les résultats varient cependant selon la teneur en matières organiques des sols. La lutte contre les parasites s'est avérée meilleure et plus persistante dans les sols à teneur moyenne.

Dans les basses terres du Saint-Laurent au Québec, la superficie des sols organiques est de l'ordre de 81 000 hectares. Seulement cinq pour cent des sols organiques cartographiés, en majorité des terres noires, sont utilisés à des fins agricoles, mais par l'amélioration des conditions d'exploitation, on pourrait éventuellement doubler ce pourcentage tout en prolongeant la durée d'existence de ces sols.

FARMBANK Agriculture Canada s'est doté d'un nouveau service d'informatique afin de fournir des données sur les denrées aux organismes du secteur agricole.

Le service FARMBANK consiste en une banque de données tenue par la Direction générale de la commercialisation et de l'économie.

Les bureaux du gouvernement, les organismes commerciaux, les groupements de producteurs, les entreprises et toutes autres organisations disposant d'un terminal d'ordinateur peuvent obtenir les données de la banque.

FARMBANK possède des données précises aussi bien sur les prix, la production, les stocks, la consommation, les importations et les exportations des produits céréaliers et du bétail aux échelles régionales, nationales et mondiales. Le revenu agricole, les prix de détail de l'économie en général ne sont pas oubliés.

Les données proviennent de nombreuses sources, y compris les gouvernements fédéral et provinciaux, les ministère de l'Agriculture des États-Unis, l'Organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture et le Fonds monétaire international.

Pour être relié en direct au service, il suffit de verser un droit mensuel soit au Conference Board du Canada ou à la société Datacrown Inc., les deux distributeurs reconnus du servive.

Lennoxville

Agriculture Canada's Lennoxville Research Station was founded in 1914 as a demonstration farm. It became a station in 1959 and now has a staff of 83, of whom 21 are research scientists.

The station is a farm laboratory of more than 400 ha, most of them under cultivation, and is the largest animal production farm in eastern Canada. Its purpose is to study and develop improved animal management practices for the Eastern Townships of Quebec.

In support of animal production, the station undertakes research into forage growing and soil science in the severe climate and somewhat acidic soils of the region.

Reflecting the agricultural economy of the Eastern Townships, the station's chief concerns, in order of importance, are dairy, beef, swine and sheep production. Because eastern Canadian beef production is less than consumer-demand, the station is investigating the production of beef from the large number of surplus cattle generated by dairy herds, including economical rearing of heavy veal calves.

Swine research programs aim at increasing the number of piglets weaned each year, reducing the interval between litters and improving nutrition and management programs for commercial herds.

Studies continue in lamb production to find a breed of sheep whose ewes will breed in any season of the year and produce more than one lamb at a time.

Among the projects under way in soil science and crop improvement is a study of the agrinomic value of animal wastes.

Lennoxville

La Station de recherches d'Agriculture Canada, à Lennoxville fondée en 1914, a d'abord joué le rôle de ferme de démonstration. Elle n'est devenue une station proprement dite qu'en 1959. Elle a maintenant à son service 83 employés, dont 21 sont des chercheurs scientifiques.

La Station est un laboratoire agricole de plus de 400 hectares, superficie consacrée en grande partie à la culture, et constitue le plus gros atelier de production animale de l'Est du Canada. Elle a pour mandat principal d'étudier et d'améliorer les méthodes de conduite de l'élevage pour les Cantons de l'Est, au Québec.

À l'appui de la production animale, la Station effectue des recherches sur les cultures fourragères et la science des sols dans le contexte du climat rigoureux et des sols quelque peu acides de la région.

Fidèle reflet de l'économie agricole des Cantons de l'Est, la Station s'intéresse, par ordre d'importance, à l'élevage des bovins laitiers et de boucherie, de porcs et de moutons. Comme la production de boeuf dans l'Est du pays est inférieure à la demande, elle étudie la possibilité de produire du boeuf en mettant à contribution les sujets excédentaires des troupeaux laitiers; elle se penche entre autres sur les modes d'élevage économique de veaux de lait lourds.

Les programmes de recherches sur les porcs visent à augmenter, chaque année, le nombre de porcelets sevrés, à réduire l'intervalle entre les portées et à améliorer les programmes de nutrition et de conduite de l'élevage dans les troupeaux commerciaux.

Les chercheurs poursuivent des études sur la production d'agneaux pour mettre au point des croisements qui permettront l'agnelage en toute saison et la production de plus d'un agneau à la fois.

L'étude de la valeur agronomique des déchets animaux compte parmi les projets en cours dans le domaine de la science et de l'amélioration des cultures.

Overview of the research station at Lennoxville.

Vue générale de la Station de recherches, à Lennoxville.

Dr. Y. Martel, Director.

Le directeur, le Dr Y. Martel.

Canada